

# *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA*

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL Y DEL  
AMBIENTE**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA  
RESISTENCIA UTILIZANDO POLIMEROS SUPERABSORBENTES  
Y ADITIVOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017”**

**Presentado por:**

**Bach. Jimmy Juan Martínez Bernabé**

**Para Obtener el Título Profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Asesor:**

**Ing. Olger Febres Rosado**

**AREQUIPA – PERÚ**

**2017**



#### DEDICATORIA

A mis padres, María y Juan verdaderos formadores, por su incondicional apoyo, ejemplo y sacrificio; todo lo que soy y seré se lo debo a ellos.

A mi hermana Madeleine, motor de todo logro académico y personal, fiel confidente y eterna amiga.

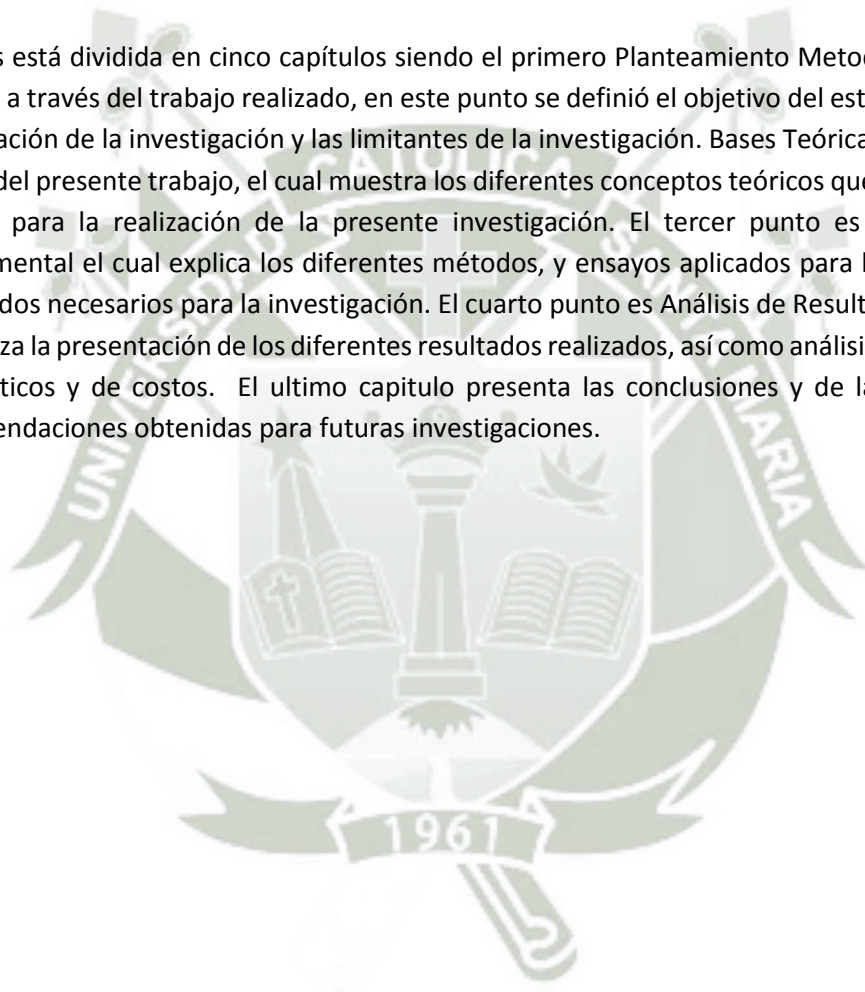
A mis amigos Yesenia y Cristhian grandes compañeros de estudio y experiencias vividas.

A mis docentes, educadores y guías en la vida profesional que me espera como ingeniero Civil, gracias por sus consejos y enseñanzas.

## Prologo

El presente trabajo de investigación, Tesis de Grado titulada “Análisis de las propiedades de un concreto de alta resistencia utilizando polímeros Superabsorbentes y aditivos en la ciudad de Arequipa - 2017”, realizó una investigación de las propiedades del concreto de alta resistencia con la adición de Polímeros Superabsorbentes y Aditivos para realizar un estudio en las mejoras de las propiedades concreto endurecido y en estado fresco.

La tesis está dividida en cinco capítulos siendo el primero Planteamiento Metodológico el cual aborda a través del trabajo realizado, en este punto se definió el objetivo del estudio, Hipótesis, justificación de la investigación y las limitantes de la investigación. Bases Teóricas es el segundo punto del presente trabajo, el cual muestra los diferentes conceptos teóricos que se tuvieron en cuenta para la realización de la presente investigación. El tercer punto es Procedimiento Experimental el cual explica los diferentes métodos, y ensayos aplicados para la obtención de resultados necesarios para la investigación. El cuarto punto es Análisis de Resultados, en el cual se realiza la presentación de los diferentes resultados realizados, así como análisis comparativos, estadísticos y de costos. El ultimo capítulo presenta las conclusiones y de la misma forma recomendaciones obtenidas para futuras investigaciones.



## Resumen

Debido a la exigencia de estos concretos, se vuelve más delicado el control de calidad, convirtiéndose de vital importancia el curado del concreto para llegar a la resistencia requerida; de ahí nace el problema al ser concretos de esa resistencia su relación de a/c es muy baja convirtiéndolo en su mayoría poco permeables dificultando el curado del concreto. En obra es muy difícil controlar el correcto curado de las estructuras; estos procesos requieren tiempo, presupuesto y seguimiento continuo.

Como controlar el correcto curado de un concreto de alta resistencia permeable lo cual a lo largo de la historia se ha ido implementando, siendo el uso de polímeros Superabsorbentes la mejor solución, debido a que almacenan agua en el interior de la mezcla y no aumenta la cantidad de agua en el batido, no aumentado la relación a/c y no afectando su resistencia.

## Palabras Clave

*Polímeros, Aditivos, Curado.*

## Abstract

Because of the requirement of these concrete, goes back more delicate the control of quality, converting of vital importance the cured of the concrete to arrive to the resistance required; from here it is born the problem when being concrete of this resistance his relation of to/c is very low turning it into his little permeable majority hampering the cured of the concrete. In work is very difficult to control the correct cured of the structures; these processes require time, budget and continuous follow-up.

How controlling the correct cured of a concrete with high permeable resistance which along the history has gone implementing, being the use of polymers Superabsorbents the best solution, due to the fact that they store water in the interior of the mix and does not increase the quantity of water in the beaten, no increased the relation to/c and not affecting his resistance.

## Key Words

*Polymers, Additives, Cured.*

## INDICE

<b>1.</b>	<b>CAPITULO 1 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>1</b>
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.2.	DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA.....	1
1.2.	OBJETIVO.....	3
1.2.1.	OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.3.	HIPÓTESIS.....	4
1.4.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.5.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
<b>2.</b>	<b>CAPITULO 2 MARCO TEORICO.....</b>	<b>5</b>
2.1.	ANTECEDENTES.....	5
2.2.	BASES TEORICAS.....	6
2.2.1.	CEMENTO.....	6
2.2.2.	AGREGADOS.....	7
2.2.3.	CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA.....	9
2.2.4.	ADITIVOS.....	9
2.2.5.	CURADO INTERNO.....	12
2.2.6.	CONCRETO CON ADICION DE POLIMEROS SUPERABSORBENTES.....	14
2.2.7.	POLIMEROS SUPERABSORBENTES (SAP).....	15
<b>3.</b>	<b>CAPITULO 3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>16</b>
3.1.	PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS.....	16
3.1.1.	MUESTREO DE LOS AGREGADOS.....	16
3.1.2.	ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD.....	19
3.1.3.	ANÁLISIS GRANULOMETRICO.....	22

3.1.4.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO .....	33
3.1.5.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO .....	36
3.1.6.	PESO UNITARIO DEL AGREGADO .....	38
3.2.	DISEÑO DE MEZCLAS .....	43
3.2.1.	DISEÑO DE MEZCLAS POR EL MÉTODO ACI .....	43
3.2.2.	DISEÑO DE MEZCLAS POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS.....	51
3.2.3.	CANTIDAD DE MATERIALES PARA FINES DE LA INVESTIGACIÓN .....	59
3.2.4.	ELECCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS .....	66
3.2.5.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL USANDO POLÍMEROS SUPERABSORBENTES... 70	
3.2.6.	FABRICACIÓN DE PROBETAS .....	72
3.2.7.	ELABORACIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO .....	76
3.2.8.	CURADO POR INMERSIÓN.....	78
3.2.9.	ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO .....	79
3.2.10.	ENSAYOS DE CONCRETO ENDURISIDO .....	82
3.2.10.1.	ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE.....	82
4.	CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	84
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS EN CONCRETO FRESCO .....	84
4.1.1.	ENSAYO DE ASENTAMIENTO (CONO DE ABRAMS) .....	84
4.1.2.	TEMPERATURA DEL CONCRETO .....	89
4.1.3.	PESO UNITARIO DE LA MEZCLA DE CONCRETO .....	95
4.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS EN CONCRETO ENDURECIDO.....	100
4.2.1.	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	100
4.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	108
4.3.1.	CÁLCULO DE DISTRIBUCIÓN NORMAL.....	108
4.4.	ANÁLISIS DE COSTOS – BENEFICIO.....	127
4.4.1.	DISEÑO ACI .....	128

4.4.2. DISEÑO COMBINACIÓN DE AGREGADOS .....	130
5. CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	132
5.1. CONCLUSIONES.....	132
5.2. RECOMENDACIONES .....	134
BIBLIOGRAFÍA .....	136
ANEXOS.....	136



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: CEMENTO YURA IP.....	22
FIGURA 2.2: SIKAMENT 306 .....	25
FIGURA 2.3: SIKAFUME .....	26
FIGURA 2.4: POLIMEROS SATURADOS.....	27
FIGURA 3.1: CANTERA LA PONDEROSA .....	31
FIGURA 3.2: PREPARACIONJ DE AGREGADOS .....	100
FIGURA 3.3: ELABORACION DE LA MEZCLA.....	101
FIGURA3.4: ADITIVO MICROSILICE.....	102
FIGURA 3.5: MEZCLA DE CONCRETO EN CARETILLA.....	102
FIGURA 3.6: POLIMEROS SUPERABSORBENTES NO SATURADOS.....	103
FIGURA 3.7 POLIMEROS SUPERABSORBENTES SATURADOS.....	103
FIGURA 3.8: ELABORACION DE PROBETAS.....	105
FIGURA 3.9: CURADO SUMERGIDO EN LA PISCINA.....	106
FIGURA 3.10: PRESENTACION DE SLUMP .....	107
FIGURA 3.11: LECTURA DE TEMPERATURA INTERNA DE CONCRETO .....	108
FIGURA 3.12: PROBETA EN PRENSA HIDRAULICA .....	110
FIGURA 4.1: ENSAYO DE ASENTAMIENTO CON POLIMEROS.....	111
FIGURA 4.2: LECTURA DE TEMPERATURA INTERNA DEL CONCRETO .....	123
FIGURA 4.3: PROBETAS DE CONCRETO.....	129
FIGURA 4.4: PROBETAS DE CONCRETO ENSAYADAS.....	133

## INDICE DE TABLAS

TABLA 3.1: DATOS CONTENIDO DE HUMEDAD .....	35
TABLA 3.2: LIMITES GRANULOMETRICOS AGREGADO GRUESO Y FINO .....	39
TABLA 3.3: DATOS ANALISIS GRANULEMTRICO AGREGADO FINO .....	41
TTABLA 3.4: DATOS ANALISIS GRANULEMTRICO AGREGADO GRUESO .....	42
TABLA 3.5: DATOS ANALISIS GRANULEMTRICO AGREGADO FINO .....	43
TABLA 3.6: DATOS ANALISIS GRANULEMTRICO AGREGADO FINO .....	46
TABLA 3.7: DATOS ANALISIS GRANULEMTRICO AGREGADO GRUESO .....	47
TABLA 3.8: DATOS PESO ESPECIFICO Y ABSORCION.....	53
TABLA 3.9: DATOS PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO .....	63
ABLA 3.10: DATOS PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO .....	64
TABLA 3.11: PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS .....	66
TABLA 3.12: RESISTENCIA ALA COMPRESION - ACI.....	67
TABLA 3.13: VOLUMEN DE AGUA - ACI.....	68
TABLA 3.14: CONTENIDO DE AIRE - ACI .....	69
TABLA 3.15: RELACION AGUA-CEMENTO - ACI.....	70
TABLA 3.16: PRESENTACION DE DATOS PARA DISEÑO - ACI.....	71
TABLA 3.17: PESO DEL AGREGADO GRUESO - ACI .....	71
TABLA 3.18: DOSIFICACION EN VOLUMEN - ACI.....	72
TABLA 3.19: PRESENTACION DEL DISEÑO EN ESTADO SECO - ACI. ....	72
TABLA 3.20: PRESENTACION DEL DISEÑO EN ESTADO .....	74
TABLA 3.21: RESISTENCIA ALA COMPRESION COMB AGREGADOS .....	76
TABLA 3.22: VOLUMEN DE AGUA -COMB AGREGADOS .....	77
TABLA 3.23: CONTENIDO DE AIRE -COMB AGREGADOS.....	78
TABLA 3.24: RELACION AGUA-CEMENTO - COMB AGREGADOS .....	79

TABLA 3.25: MODULO DE FINEZA - COMB AGREGADOS .....	<b>80</b>
TABLA 3.26: VOLUMEN DE PASTA CEMENTICIA - COMB AGREGADOS.....	<b>81</b>
TABLA 3.27: PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO - COMB AGREGADOS .....	<b>82</b>
TABLA 3.28: PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO NATURAL - COMB AGREGADOS.....	<b>84</b>
TABLA 3.29: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS ACI .....	<b>86</b>
TABLA 3.30: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 8% MC Y 1% SP ACI .....	<b>87</b>
TABLA 3.31: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 10% MC Y 0.75 % SP ACI.....	<b>89</b>
TABLA 3.32: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 12% MC Y 0.50 % SP ACI.....	<b>90</b>
TABLA 3.33: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS MF.....	<b>92</b>
TABLA 3.34: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 8% MC Y 1% SP MF .....	<b>93</b>
TABLA 3.35: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 10% MC Y 0.75 % SP MF .....	<b>94</b>
TABLA 3.36: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 12% MC Y 0.50 % SP MF .....	<b>95</b>
TABLA 3.37: RESULTADOS AL ENSAYO DE COMPRESION PARA CONCRETOS USANDO ADITIVOS A LA EDAD DE 7 DIAS .....	<b>97</b>
TABLA 3.38 y 3.39: PROPORCIONNES DE ELEMENTOS PARA COCNETO EN VOLUMEN Y PESO	<b>98</b>
TABLA 3.40: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 2% MC Y 1 % SP ACI .....	<b>99</b>
TABLA 3.41: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 4% MC Y 1 % SP ACI .....	<b>100</b>
TABLA 3.42: RESULTADOS AL ENSAYO DE COMPRESION PARA CONCRETOS USANDO ADITIVOS A LA EDAD DE 7 DIAS .....	<b>101</b>
TABLA 3.43: PÒRCENTAJE DE ADICION NDE POLIMEROS SUPERABSOBENTES EN EL DISEÑO	<b>104</b>
TABLA 3.44: PESO DEL POLIMERO SUPERABSORBENTE PARA CADA PORCENTAJE DEL PESO DEL CEMENTO .....	<b>105</b>
TABLA 3.45: CANTIDAD DE PROBETAS.....	<b>106</b>

TABLA 4.1: ASENTAMIENTOS DE MEZCLAS SIN POLIMEROS.....	<b>123</b>
TABLA 4.2: ASENTAMIENTOS DE MEZCLAS CON POLIMEROS.....	<b>125</b>
TABLA 4.3: ASENTAMIENTOS DE MEZCLAS CON POLIMEROS DISEÑO ACI VARIACION PORCENTUAL .....	<b>126</b>
TABLA 4.4: ASENTAMIENTOS DE MEZCLAS CON POLIMEROS DISEÑO ACI VARIACION PORCENTUAL .....	<b>127</b>
TABLA 4.5: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP.....	<b>128</b>
TABLA 4.6: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP CON POLIMEROS AL 0.025%.....	<b>129</b>
TABLA 4.7: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP CON POLIMEROS AL 0.050%.....	<b>129</b>
TABLA 4.8: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP CON POLIMEROS AL 0.075%.....	<b>130</b>
TABLA 4.9: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP CON POLIMEROS AL 0.10%.....	<b>130</b>
TABLA 4.10: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA SIN POLIMEROS.....	<b>132</b>
TABLA 4.11: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA CON POLIMEROS AL 0.025%.....	<b>133</b>
TABLA 4.12: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA CON POLIMEROS AL 0.050%.....	<b>134</b>
TABLA 4.13: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA CON POLIMEROS AL 0.075%.....	<b>134</b>
TABLA 4.14: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA CON POLIMEROS AL 0.10%.....	<b>135</b>
TABLA 4.15: PESOS UNITARIOS DE LA MEZCLA ADICIONANDO POLIMEROS DISEÑO ACI.....	<b>138</b>
TABLA 4.16: VARIACION PORCENTUAL DE PESOS UNITARIOS DISEÑO ACI .....	<b>139</b>
TABLA 4.17: PESOS UNITARIOS DE LA MEZCLA ADICIONANDO POLIMEROS POR COMBINACION DE AGREGADOS.....	<b>140</b>
TABLA 4.18: VARIACION PORCENTUAL DE PESOS UNITARIOS POR COMBINACION DE AGREGADOS .....	<b>141</b>
TABLA 4.19: RESULTADOS DE ENSAYO A LA RESITENCIA A LA COMPRESION DISEÑO ACI. ....	<b>143</b>
TABLA 4.20: VARIACION PORCENTUAL DE RESULTADOS DE ENSAYO A LA COMPRESION DISEÑO ACI.....	<b>144</b>

TABLA 4.21: RESULTADOS DE ENSAYO A LA RESITENCIA A LA COMPRESION DISEÑO COMBINACION DE AGREGADOS. ....	<b>148</b>
TABLA 4.22: VARIACION PORCENTUAL DE RESULTADOS DE ENSAYO A LA COMPRESION COMBINACION DE AGREGADOS .....	<b>148</b>
TABLA 4.23: DISPERSION TOTAL Y ENTRE TESTIGOS.....	<b>151</b>
TABLA 4.24: DATOS ESTADISTICOS SIN POLIMEROS SUPERBASORBENTES - ACI .....	<b>153</b>
TABLA 4.25: DATOS ESTADISTICOS SIN POLIMEROS SUPERBASORBENTES – COMBINACION DE AGREGADOS .....	<b>155</b>
TABLA 4.26: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% – ACI .	<b>168</b>
TABLA 4.27: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% – COMB. AGREGADOS. ....	<b>159</b>
TABLA 4.28: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% – ACI .	<b>160</b>
TABLA 4.29: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% – COMB. AGREGADOS .....	<b>163</b>
TABLA 4.30: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.075% – ACI .	<b>165</b>
TABLA 4.31: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% – COMB. AGREGADOS .....	<b>168</b>
TABLA 4.32: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.10% – ACI ...	<b>169</b>
TABLA 4.33: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.10% – COMB. AGREGADOS .....	<b>171</b>
TABLA 4.34: ANALISIS DE COSTOS DE CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% - ACI.....	<b>174</b>
TABLA 4.35: ANALISIS DE COSTOS DE CONCRETO SIN POLIMEROS SUPERABSORBENTES – ACI.....	<b>175</b>
TABLA 4.36: ANALISIS DE COSTOS DE CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% - COMB. AGREGADOS .....	<b>176</b>
TABLA 4.37: ANALISIS DE COSTOS DE CONCRETO SIN POLIMEROS SUPERABSORBENTES – COMB. AGREGADOS .....	<b>177</b>

## INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 3.1: CURVA GRANULOMETRICA 01.....	43
GRAFICA 3.2: CURVA GRANULOMETRICA 02.....	45
GRAFICA 3.3: CURVA GRANULOMETRICA 03.....	48
GRAFICA 4.1: VARIACION DE TEMPERATURA - ACI.....	132
GRAFICA 4.2: VARIACION DE TEMPERATURA – COMB AGREGADOS .....	134
GRAFICA 4.3: VARIACION DE PESOS UNITARIOS DISEÑO ACI.....	138
GRAFICA 4.4: VARIACION DE PESOS UNITARIOS POR COMBINACION DE AGREGADOS .....	140
GRAFICA 4.5: RESULTADOS DE ENSAYO A LA COMPRESION DISEÑO ACI.....	144
GRAFICA 4.6: RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL TIEMPO DISEÑO ACI.....	144
GRAFICA 4.7: RESULTADOS DE ENSAYO A LA COMPRESION COMBINACION DE AGREGADOS	148
GRAFICA 4.8: RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL TIEMPO COMBINACION DE AGREGADOS.....	148
GRAFICA 4.9: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO SIN POLIMEROS SUPERABSORBENTES - ACI.....	153
GRAFICA 4.10: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO SIN POLIMEROS SUPERABSORBENTES – COMB. AGREGADOS.....	155
GRAFICA 4.11: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025%- ACI. ....	158
GRAFICA 4.12: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% - COMB. AGREGADOS.....	159
GRAFICA 4.13: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% - ACI. ....	161
GRAFICA 4.14: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% - COMB AGREGADOS.....	163
GRAFICA 4.15: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.075% - ACI. ....	165
GRAFICA 4.16: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.075% - COMB AGREGADOS.....	168

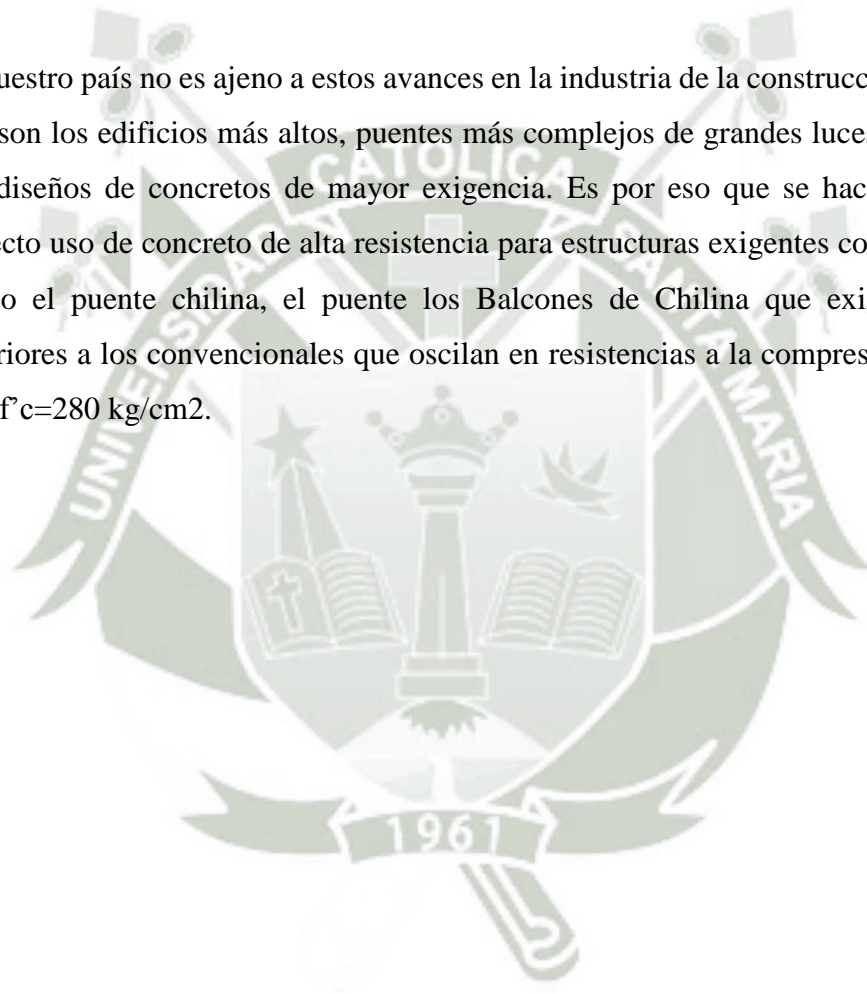
GRAFICA 4.17: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.10% - ACI. ....	169
GRAFICA 4.18: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.10% - COMB AGREGADOS.....	171



## INTRODUCCION

Actualmente vivimos en una época de grandes exigencias y avances tecnológicos que facilitan nuestra vida cotidiana, siendo esto mismos avances necesarios para el desarrollo de la sociedad, la gran competitividad del medio exige soluciones innovadoras más baratas y eficientes, esto no ha sido ajeno a la construcción cada vez tenemos estructuras de mayor exigencia estructural, puentes, represas, rascacielos que el concreto comúnmente usado no satisface las necesidades de estas estructuras.

En nuestro país no es ajeno a estos avances en la industria de la construcción; prueba de esto son los edificios más altos, puentes más complejos de grandes luces y estructuras con diseños de concretos de mayor exigencia. Es por eso que se hace necesario el correcto uso de concreto de alta resistencia para estructuras exigentes como en nuestro medio el puente chilina, el puente los Balcones de Chilina que exigen concretos superiores a los convencionales que oscilan en resistencias a la compresión superiores a un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .



## CAPITULO 1

### 1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

##### 1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

El curado convencional usado para concretos de alta resistencia actualmente no garantiza el adecuado nivel de confiabilidad en lo que se refiere a la evolución de la resistencia a la compresión en el tiempo, debido a la impermeabilidad del mismo.

##### 1.1.2. DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA.

En nuestro país no es ajeno a estos avances en la industria de la construcción; prueba de esto son los edificios más altos, puentes más complejos de grandes luces y estructuras con diseños de concretos de mayor exigencia (Fuente: Diario La República). Es por eso que se hace necesario el correcto uso de concreto de alta resistencia para estructuras exigentes como en nuestro medio el puente Chilina (Diario Los Andes), el puente los Balcones de Chilina que exigen concretos superiores a los convencionales que oscilan en resistencias a la compresión superiores a un  $f'c=280 \text{ kgf/cm}^2$ .

El Programa Nacional de Puentes tenía prevista la construcción de 1.001 puentes en Perú, no obstante, de momento sólo se han terminado 484. De acuerdo con datos actualizados del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), a día de hoy aún falta por terminar la construcción de 517 puentes, que se prevé estén listos en el 2016.

De acuerdo con José Gallardo Ku, Ministro de Transportes y Comunicaciones “El compromiso es que en el 2016 logremos esta cuota.

Es un reto grande porque hemos pasado hace algunos meses los 500, lo bueno este que están en licitación los que no están instalados". (Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Debido a la exigencia de estos concretos , se vuelve más delicado el control de calidad, convirtiéndose de vital importancia el curado del concreto para llegar a la resistencia requerida; de ahí nace el problema al ser concretos de esa resistencia su relación de a/c es muy baja convirtiéndolo en su mayoría poco permeables dificultando el curado del concreto. En obra es muy difícil controlar el correcto curado de las estructuras; estos procesos requieren tiempo, presupuesto y seguimiento continuo.

Como controlar el correcto curado de un concreto de alta resistencia permeable lo cual a lo largo de la historia se ha ido implementando, siendo el uso de polímeros Superabsorbentes la mejor solución, debido a que almacenan agua en el interior de la mezcla y no aumenta la cantidad de agua en el batido, no aumentado la relación a/c y no afectando su resistencia.

Los concretos de alta resistencia al tener una baja relación de agua cemento (a/c) por lo cual tienden a ser concretos poco permeables, para alcanzar la resistencia requerida el curado juega un papel protagónico (Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto).

Dados los valores muy bajos de relación agua/cemento en el concreto de alta resistencia, es esencial que ingrese agua adicional del exterior hacia el concreto. Se admite en algunos casos que el curado inmediato por niebla o el recubrimiento de la superficie de concreto con agua por medio de inundación. Lo que debe hacerse entonces es aplicar temporalmente una membrana, durante algunas horas cuando mucho, o emplear un nuevo tipo de aditivo llamado "retenedor de agua," de modo que evite el desarrollo de agrietamiento por contracción plástica.

Pero tan pronto como haya ocurrido hidratación significativa, es esencial que ingrese dentro del concreto agua del exterior. Esto puede hacerse colocando mantas de yute pre mojadas o geo textiles pre mojados cubiertos con hojas de plástico, con una manguera perforada debajo del plástico que pueda mantener la manta permanentemente mojada.

(Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto).

Como se puede observar el proceso del curado puede ser muy complicado y tiene que tener una constante supervisión.

Usando Polímeros Superabsorbentes aseguramos un correcto curado debido al agua retenida y liberada en el momento que se requiera, un proceso llamado curado interno siendo este más eficiente que el curado convencional.

## **1.2. OBJETIVO.**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Analizar las propiedades de un Concreto de Alta Resistencia utilizando Polímeros Superabsorbentes y aditivos; para mejorar la evolución de la resistencia a la compresión en el tiempo basados en propiedades de curado interno que proporciona los Polímeros Superabsorbentes al concreto, a través de pruebas de laboratorio.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Obtención de propiedades físicas y mecánicas de los agregados grueso y agregado fino.
- Determinar el comportamiento de la trabajabilidad en un Concreto de Alta Resistencia con Polímeros Superabsorbentes en la ciudad de Arequipa.

- Determinar el comportamiento de la resistencia en un Concreto de Alta Resistencia con Polímeros Superabsorbentes en la ciudad de Arequipa.
- Determinar las proporciones adecuadas para la mezcla tanto en aditivos (Superplastificante y Micro sílice) como Polímeros Superabsorbentes.
- Comparación de costos entre un concreto convencional y el concreto con la utilización de Polímeros de alta Resistencia.

### **1.3. HIPÓTESIS.**

Con el uso de Polímeros Superabsorbentes en un Concreto de Alta de Resistencia mejorará la evolución de la resistencia a la compresión en el tiempo basados en propiedades de curado interno que proporciona los Polímeros Superabsorbentes al concreto.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

La propiedad de los polímeros Súper absorbentes de absorber de 30 a 60 veces su volumen y retener grandes cantidades de líquido, convirtiendo este aditivo ideal para un curado interno sin alterar la relación Agua-Cemento.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.**

- El abastecimiento de los Polímeros Superabsorbentes (Poliacrilato de Sodio,  $\text{CO}_2\text{Na}$ ), se volvió el principal limitante para la investigación, ya que en nuestro medio no tiene usos directamente aplicables.

## CAPITULO 2

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. ANTECEDENTES.

Assmann, Pág. 158 (2013):

En el Instituto de Construcción de la Universidad de Stuttgart Alemania se realizó la Investigación llamada “Propiedades Físicas de Concreto con Polímeros Superabsorbentes Modificados” investigación. Los polímeros Superabsorbentes examinados se probaron con respecto a su eficacia para el curado en pastas de cemento Portland y humo sílice, morteros de alto rendimiento modificado. Dentro de una de las conclusiones se demostró la influencia del agua de curado interno en el desarrollo de la resistencia a compresión.

Solo en caso de mezclas producidas a baja relación Agua Cemento se pudo demostrar que el curado interno conduce a un ligero aumento de resistencia en comparación con mezclas sin curado interno pero el mismo contenido total de agua.

L.P: Esteves, H. Paiva, V.M. Ferreira, P. Cachim. (2010)

En un artículo científico publicado por la agencia estatal de consejo superior de investigaciones científicas (CSIC) presenta”. El Efecto de las condiciones de curado sobre las propiedades mecánicas de los concretos que se han añadido Polímeros Superabsorbentes como agentes de curado interno”. Los concretos se curaron a dos temperaturas, 20 y 40 °C y varios valores de humedad relativa en función a la relación agua cemento.

Los Resultados incluyen la evolución de la pérdida de masa y su relación tanto con las condiciones ambientales como en el comportamiento resistente de los morteros. El curado interno de estos Polímeros permitió el mantenimiento de sus propiedades mecánicas en condiciones de curados extremas.

Instituto de México Cemento y Concreto Revista Construcción y Tecnología (2010)

En la actualidad no existe una metodología específica para la elaboración de concretos de alta resistencia; sin embargo, el seguimiento de algunos de los principios generales que los especialistas han establecido en diversas investigaciones nos ha permitido desarrollar los procedimientos para obtener estos concretos en un período de tiempo relativamente corto y, sobre todo, utilizando los materiales en la forma más parecida a las condiciones y propiedades que tienen cuando se emplean en las obras.

#### El Curado Interno (ASTM – 2011)

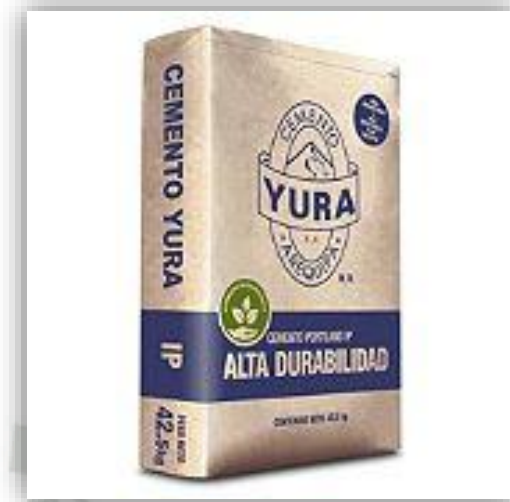
Si bien el uso de concreto curado internamente en la construcción no es nuevo, ahora se comprende mejor el proceso de curado interno y por qué el curado interno usando agregado liviano pre humectado aumenta la durabilidad del concreto y su vida útil de manera económica y práctica. Sin embargo, en la actualidad, no hay ninguna norma sobre agregados livianos para el curado interno.

## **2.2. BASES TEORICAS.**

### **2.2.1. CEMENTO.**

Cemento Portland adicionado con puzolana, de conformidad con la NTP 334.090 y la Norma ASTM C 595, recomendado para el uso general en todo tipo de obra civil. Posee resistencia al ataque de sulfatos, bajo calor de hidratación que contribuye al vaciado de concretos masivos, mayor impermeabilidad, ganancia de mayor resistencia a la compresión con el tiempo, mejor trabajabilidad, siendo ideal para el uso de morteros, revestimientos y obras hidráulicas (en el caso de las obras portuarias expuestas al agua de mar, también en canales, alcantarillas, túneles y suelos con alto contenido de sulfatos).

Cumple con las exigencias que se indican en la norma de los cementos Tipo I, II y V. Además de tener una buena performance en ataques severos.



**FIGURA 2.1: CEMENTO YURA IP**

También se recomienda utilizar en edificaciones y estructuras industriales, puentes, perforaciones y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerables y en climas cálidos.

### 2.2.2. AGREGADOS.

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicia, elementos de comportamientos bien diferenciados:

- Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.
- Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

- Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

#### Clasificación.

Por su naturaleza.

- a) El agregado fino, se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.
- b) El agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

Por su densidad.

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.

Por el origen, forma y textura superficial.

- Angular: Poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- Sub angular: Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.
- Sub redondeada: Considerable desgaste en caras y bordes.
- Redondeada: Bordes casi eliminados.
- Muy Redondeada: Sin caras ni bordes.

### 2.2.3. CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA.

Según (Neville & Brooks, 2010), son considerados concretos de alta resistencia, aquellos cuya resistencia a la compresión supera los 80 MPa. Lo anterior, se alcanza mediante el uso de una mezcla con una baja relación agua/cemento, normalmente del orden de 0,30 o menos, y el uso de aditivos Superplastificantes para dar manejabilidad.

De acuerdo con (Mohammad Abdur & Mohammad Abul, 2009) la producción de concretos de alta resistencia no requiere materiales especiales; pero sí requiere de materiales de alta calidad y utilizado en óptimas proporciones. En términos generales los concretos de alta resistencia contienen un agregado de buena calidad; una alta cantidad de cemento Portland, entre 450kg/m<sup>3</sup> y 550 kg/m<sup>3</sup>; entre el 5 y 15% de la masa de cemento en humo de sílice; un superplastificante; y otros materiales, tales como cenizas volantes, entre otros.

En consecuencia el concreto de alta resistencia es un material muy denso, que presenta una baja porosidad y poros segmentados, dado que se suministra la mínima cantidad de agua necesaria para hidratar el cemento.

### 2.2.4. ADITIVOS.

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto.

El comportamiento de los diversos tipos de cemento Portland está definido dentro de un esquema relativamente rígido, ya que pese a sus diferentes propiedades, no pueden satisfacer todos los requerimientos de los procesos constructivos. Existen consecuentemente varios casos, en que la única alternativa de solución técnica y eficiente es el uso de aditivos.

Al margen de esto, cada vez se va consolidando a nivel internacional el criterio de considerar a los aditivos como un componente normal dentro de la Tecnología del Concreto moderna ya que contribuyen a minimizar los riesgos que ocasiona el no poder controlar ciertas características inherentes a la mezcla de concreto original, como son los tiempos de fraguado, la estructura de vacíos, el calor de hidratación, etc.

#### SUPERPLASTIFICANTE:

Según definición de la norma UNE 934-2, se denominan reductores de agua/plastificantes y reductores de agua de alta actividad/Superplastificantes, respectivamente, aunque también se los conoce como fluidificantes y superfluidificantes.

- Aditivo reductor de agua o plastificante: Es un aditivo que, sin modificar la consistencia, permite reducir el contenido en agua de un determinado hormigón, o que, sin modificar el contenido en agua, aumenta el asiento (cono de Abrams) / escurrimiento del hormigón, o que produce ambos efectos a la vez.
- Aditivo reductor de agua de alta actividad o superplastificante: Es un aditivo que, sin modificar la consistencia, permite reducir fuertemente el contenido en agua de un determinado hormigón, o que, sin modificar el contenido en agua, aumenta considerablemente el asiento, o ambos efectos a la vez.



**FIGURA 2.2: SIKAMENT 306**

#### MICROSILICE

Micro sílice es un mineral compuesto de esferas de bióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) ultra fino, amorfo y cristalino, producido durante la fabricación de silicio o ferro silicio. Este proceso involucra la reducción de cuarzo de alta pureza en hornos de arco eléctrico a temperaturas superiores a  $2000^\circ\text{C}$ .

Las esferas ultra finas llenan los huecos entre los granos de cemento reduciendo los vacíos en el concreto fresco. Las partículas actúan como balines de chumacera y mientras hacen al concreto mucho más adherente, realmente le dan más movilidad a la mezcla permitiendo que el concreto fluya más fácilmente al aplicarle energía.



FIGURA 2.3: SIKAFUME

### 2.2.5. CURADO INTERNO

#### FILOSOFIA DEL CURADO INTERNO

Powers (1947) desarrolló un simple grupo de ecuaciones empíricas para modelar las diferentes fases presentes en un sistema que contiene cemento portland y agua. En su modelo Powers define 5 entidades:

- (a) Cemento sin hidratar
- (b) Agua
- (c) Productos de hidratación
- (d) Porosidad de los productos de hidratación
- (e) Porosidad capilar.

El volumen ocupado por cada una de estas fases depende del grado de hidratación del cemento. Por ejemplo para un grado de hidratación igual a cero, hay solamente cemento y agua, y su volumen está dado por el volumen de cada uno de ellos adicionado originalmente.

Para un grado de hidratación completo (100 %), el volumen de cemento es cero, y el volumen de productos de hidratación es aproximadamente 0.68 cm<sup>3</sup> por gramo de cemento originalmente adicionado y el volumen de porosidad (en los productos de hidratación y capilares) está dado por la razón agua – cemento (W/C).

Dicha razón determina el espaciamiento inicial entre las partículas de cemento y por lo tanto el espaciamiento dentro de la pasta de cemento (porosidad) después de que el cemento se ha hidratado.

#### PRINCIPIOS DEL CURADO INTERNO

Así, el principio fundamental del curado interno es el incorporar agua en la mezcla que no está disponible para la hidratación al comienzo (baja W/C), pero que es liberada más tarde cuando es requerida para continuar la hidratación.

Bentz y Snyder (1999) destacaron la importancia de una aplicación del curado interno de manera homogénea. No es suficiente el contar con el agua al interior del hormigón sino que ésta debe encontrarse disponible para la hidratación. La mayoría de los granos de materiales cementicios deben estar cercanos a la fuente de almacenamiento de agua ya que la distancia de viaje del agua es muy variable.

Lura et al., (2003) midieron desplazamiento de agua desde la fuente de almacenamiento de hasta 4 mm en mezclas de W/C de 0.3. Sin embargo, ellos concluyeron que el transporte de agua dentro del hormigón está afectado por factores como: (a) permeabilidad de la mezcla, la cual se reduce a medida que la hidratación continúa; (b) W/C y; (c) uso de microsílica u otros materiales cementicios. La distancia de viaje del agua dentro del hormigón puede ser entonces reducida a los niveles reportados por Bentz y Snyder (1999) de tan sólo 0.1 a 0.2 mm.

Independiente del método utilizado para almacenar agua dentro del hormigón, el mecanismo de liberación de ella es básicamente el mismo. Weber y Reinhardt (1997) y Holm et al., (2003) explicaron que a medida que la hidratación del cemento procede, un sistema de porosidad capilar se forma en la pasta de cemento.

El radio de estos poros y la humedad relativa al interior de ellos disminuyen a medida que más productos de hidratación se forman, llegando un cierto punto en que estos poros son capaces de absorber agua de la fuente de almacenamiento por acción capilar. A medida que más hidratación ocurre y los poros se hacen más finos dicha fuerza capilar aumenta siendo capaz de succionar más agua de la fuente. Este proceso se detiene cuando el agua de la fuente se ha agotado o cuando la totalidad del cemento se ha hidratado o si la permeabilidad de la pasta es muy baja y no permite el transporte de agua.

#### **2.2.6. CONCRETO CON ADICION DE POLIMEROS SUPERABSORBENTES**

Una vez que el polímero súper absorbente ha entregado el agua a la pasta cementicia, deja una porosidad que según Jensen y Hansen (2003), puede ser comparada a la porosidad de un aditivo incorporador de aire. La Principal ventaja que estos polímeros presentan por sobre los agregados livianos es la mayor absorción que resulta en el uso de menores cantidades en el hormigón para incorporar el mismo volumen de agua de curado.

Por otro lado, los polímeros súper absorbentes pueden presentar problemas de segregación debido a su baja densidad (Jensen y Hansen, 2002). Otro problema es que su absorción en presencia de los materiales cementicios puede ser menor a la esperada incrementando la W/C en la mezcla. Lo anterior puede en parte explicar la reducción en resistencia a compresión de 19 % medida por Jensen y Hansen (2002) en sus Mezclas cuando se utilizó polímeros súper absorbentes para curado interno.

### 2.2.7. POLIMEROS SUPERABSORBENTES (SAP)

Los polímeros Superabsorbentes de interés comercial son generalmente sales sódicas de poliácido acrílico entrecruzado y copolímeros de este ácido y almidón. La variedad de compuestos utilizados, así como los mecanismos de síntesis, está aumentando rápidamente, lo que ha permitido la obtención de hidrogeles con cada vez mayor capacidad de absorción de agua, llegándose a obtener polímeros con grados de hinchamiento superiores al 99% de su propio peso. El mecanismo por el que los polímeros son capaces de absorber tanto volumen de soluciones acuosas no es solamente físico, sino que depende de la naturaleza química del polímero.

Las fuerzas que contribuyen al hinchamiento de los polímeros entrecruzados son la energía libre de mezcla y la respuesta elástica del entrecruzamiento, aunque también existen polímeros que presentan en su estructura unidades ionizables. Así, cuando un polímero de estas características se introduce en un medio acuoso, las unidades iónicas se disocian y crean una densidad de carga a lo largo de las cadenas y una elevada densidad de iones en el gel.



FIGURA 2.4: POLIMEROS SATURADOS

## CAPITULO 3

### 3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En esta sección de la investigación se analizó cada componente que interviene en la fabricación del concreto, ensayos realizados en el laboratorio para obtención de las propiedades físicas de los agregados entre otros, se realizaron ensayos en concreto fresco y endurecido siguiendo los parámetros de las normas técnicas peruanas vigentes.

#### 3.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS.

Se realizaron los ensayos necesarios para la obtención de las propiedades necesarios para realzar el diseño para la elaboración del concreto a ensayar, realizados en el Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil con la supervisión del personal técnico del laboratorio.

##### 3.1.1. MUESTREO DE LOS AGREGADOS

La toma de muestras de los agregados constituye una operación fundamental en el proceso de la elaboración del concreto. El muestreo puede producirse en la misma cantera, siendo importante que se tome una muestra representativa de acuerdo a las normas peruanas actuales.



FIGURA 3.1: CANTERA LA PONDEROSA

#### NORMA

NTP 400.015, ASTN D-75

#### CANTERA

Depósito de origen rocoso y mineral donde se pueden extraer los materiales, dividiéndose en dos.

Yacimiento Transportado: No originales del lugar; Depósitos Aluviales, Glaciales Coluviales, Aluvio- Coluviales.

Yacimiento de Roca Maciza: O de Cerro. Pueden ser aprovechados y ser tratados por métodos de trituración y se produzcan partículas lajeadas o alargadas.

Los agregados usados en la investigación provienen de la Cantera Ponderosa ubicada en la carretera Interoceánica a unos kilómetros del Distrito de Uchumayo.

## EQUIPOS

- **Pala**
- **Bandejas**
- **Bandejas**
- **Recipiente**

## MUESTREO

Para realizar un correcto muestreo del agregado grueso, se debe tomar la muestra en diferentes lugares para tener obtener una muestra representativa; en la parte superior media e inferior combinándolas para obtener una correcta muestra.

Para realizar el muestreo del agregado fino, primero se debe eliminar las capas superficiales debido a la segregación y contaminación; y de la misma forma se debe tomar muestra de la pila de tres lugares de la misma manera que en el agregado grueso.

Es importante que en el transporte se evite la perdida finos y así como en el almacenado de material para evitar alteraciones y mantener el muestreo representativo.

## CUARTEO

Es importante lograr uniformidad en la muestra para que las propiedades que se hayo sean las mismas que el agregado con el cual se fabricara el concreto para lo cual se debe batir o mezclar la pila para lograr uniformidad, una vez batida la pila se procede a cuartear el material lo cual se hará encima de una lona o alguna superficie que evite la perdida de finos y no contaminar la muestra.

Una vez que el material este acumulado se conformó una pila cónica tres veces formando un circulo, una vez se formada se aplanara cada pila hasta llegar a un espesor uniforme asimilando a un disco.

Se dividirá en 4 partes iguales, dos diámetros perpendiculares, se desechó dos lados opuestos los que tengan mayor uniformidad se escogerán y se procederá a seleccionar batir y almacenar y tenerlas listas para los ensayos y obtención de propiedades físicas; este procedimiento se hará tanto para el agregado grueso y fino.

### 3.1.2. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Norma

NTP 339.185, ASTM C566

Equipo

- Horno
- Bandeja
- Cucharon
- Balanza

Procedimiento

- Obtener la muestra ya seleccionado por cuarteo
- Pesar la muestra húmeda tanto el agregado grueso y fino
- Dejar secar en el horno aproximada 24 horas a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C
- Pesar la muestra en estado seco y calcular.

## CÁLCULOS

Resultados y cálculos

$$p = 100 (W-D) / D$$

Donde:

**P** = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje

**W** = Masa de la muestra húmeda original en gramos

**D** = Masa de la muestra seca en gramos



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO DE HUMEDAD

AGREGADO FINO Y GRUESO

TESIS : “ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA  
RESISTENCIA UTILIZANDO POLIMEROS  
SUPERABSORBENTES ADITIVOS EN LA CIUDAD DE  
AREQUIPA - 2017”

REALIZADO POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA : LA PONDEROSA

FECHA : dic-16

AGREGADO GRUESO

TABLA 3.1: DATOS CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra	MG-1	MG-2	MG-3
Peso de Tara [ gr ]	427.5	389.6	412.2
Peso de Tara + M. Húmeda [ gr ]	3427.5	3389.6	3412.2
Peso de Tara + M. Seca [ gr ]	3420.5	3383.4	3404.7
Peso de Agua [ gr ]	7.0	6.2	7.5
Peso M. Seca [ gr ]	2993.0	2993.8	2992.5
Contenido de Humedad (W%)	0.233%	0.207%	0.250%
Promedio de Contenido de humedad	0.230%		

### AGREGADO FINO

Muestra	MF-1	MF-2	MF-3
Peso de Tara [ gr ]	312.5	285.6	325.2
Peso de Tara + M. Húmeda [ gr ]	1312.5	1285.6	1325.2
Peso de Tara + M. Seca [ gr ]	1309.5	1284.6	1323.2
Peso de Agua [ gr ]	3.0	1.0	2.0
Peso M. Seca [ gr ]	997.0	999.0	998.0
Contenido de Humedad (W%)	0.300%	0.100%	0.200%
Promedio de Contenido de humedad	0.200%		

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.1.3. ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Norma

- NTP 400.012 , ASTM C136

Equipo

- Balanza
- Tamices
  - Agregado Grueso: 2'', 1 ½'', 1'', ¾'', 5/8'', ½'', 3/8'', ¼'', # 4.
  - Agregado Fino: 1 ½'', 1'', ¾'', ½'', 3/8'', # 4, # 8, # 16, #30, #50, # 100, # 200.
- Muestra Seca
- Tamizadora de Agregado Grueso
- Tamizadora de Agregado Fino

## Procedimiento

### Agregado Grueso

Con agregado previamente seco y con un tamaño máximo (TM) es de  $\frac{3}{4}$ "', se tomara aproximadamente 3.5 Kg. Para este ensayo.

Se procede a colocar el material en la maquina tamizadora donde ya están colocados los tamices de mayor a menor abertura teniendo cuidado en no perder los finos al encender la máquina.

Una vez encendidas la maquina unos 5 minutos aproximadamente y se procede a pesar el peso retenido de agregado en cada tamiz.

### Agregado Fino

Igualmente que el agregado grueso, el agregado fino debe estar previamente seca, aproximadamente 2.5 Kg. Para este ensayo.

Se procede a colocar los tamices en orden de acuerdo a norma de mayor a menor, al ser una máquina que no es grande como la tamizadora de agregado grueso no hay mucho riesgo de pérdida de finos, el zarandeo se debe realizar como mínimo unos 3 minutos.

Una vez terminando el zarandeado se procede a pesar el peso retenido en cada malla para realizar los siguientes cálculos.

### Limites Granulométrico

#### Agregado Grueso

Se tiene los siguientes límites para graficar de la curva granulométrica.

TABLA 3.2: LÍMITES GRANULOMETRICOS AGREGADO GRUESO Y FINO

<b>Límites de Granulometría Ag. Grueso</b>			
<b>Parámetros</b>	3/4" a 3/8" (19.05 mm - 9.53mm)		
<b>Malla</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>P. Pasante (%)</b>	
4"	101.600 mm	----	----
3 1/2"	88.900 mm	----	----
3"	76.200 mm	----	----
2 1/2"	63.500 mm	----	----
2"	50.800 mm	----	----
1 1/2"	38.100 mm	----	----
1"	25.400 mm	100 %	a 100 %
3/4"	19.050 mm	90 %	a 100 %
1/2"	12.700 mm	20 %	a 55 %
3/8"	9.525 mm	0 %	a 15 %
Nº 4	4.750 mm	0 %	a 5 %
Nº 8	2.360 mm	----	----
Nº 16	1.180 mm	----	----
<b>TNM</b>	15 % Pasante		3/4"
	Según Lím. De Granulometría		3/4"

Agregado Fino

Se tiene los siguientes límites para graficar de la curva granulométrica.

<b>Límites de Granulometría Ag. Fino</b>			
<b>Malla</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>P. Pasante (%)</b>	
3/8 "	9.525 mm	100 %	a 100 %
Nº 4	4.750 mm	95 %	a 100 %
Nº 8	2.360 mm	80 %	a 100 %
Nº 16	1.180 mm	50 %	a 85 %
Nº 30	0.600 mm	25 %	a 60 %
Nº 50	0.300 mm	5 %	a 30 %
Nº 100	0.150 mm	0 %	a 10 %

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ "DISEÑO DE MEZCLAS

RESULTADOS Y CÁLCULOS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)  
AGREGADO FINO - ENSAYO 1

TESIS : “ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA  
RESISTENCIA UTILIZANDO POLIMEROS SUPERABSORBENTES  
ADITIVOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017”

REALIZADO POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA : LA PONDEROSA

FECHA : DICIEMBRE 2016

TABLA 3.3: DATOS ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO

Agregado Fino:		La Ponderosa			
Malla	Diámetro (mm)	Peso Retenido (g)	P. Pasante (%)	P. Retenido (%)	P. Acumulado (%)
3/8 "	9.525mm	0.00 g	100.000 %	0.000 %	0.000 %
1/4 "	6.350 mm	0.00 g	100.000 %	0.000 %	0.000 %
Nº 4	<b>4.750 mm</b>	124.10 g	95.247 %	4.753 %	4.753 %
Nº 8	<b>2.360 mm</b>	508.70 g	75.762 %	19.484 %	24.238 %
Nº 10	2.000 mm	0.00 g	75.762 %	0.000 %	24.238 %
Nº 16	<b>1.180 mm</b>	481.70 g	57.312 %	18.450 %	42.688 %
Nº 20	0.850 mm	0.00 g	57.312 %	0.000 %	42.688 %
Nº 30	<b>0.600 mm</b>	367.60 g	43.232 %	14.080 %	56.768 %
Nº 40	0.425 mm	0.00 g	43.232 %	0.000 %	56.768 %
Nº 50	<b>0.300 mm</b>	402.00 g	27.834 %	15.398 %	72.166 %
Nº 80	0.180 mm	0.00 g	27.834 %	0.000 %	72.166 %
Nº 100	<b>0.150 mm</b>	441.00 g	10.943 %	16.891 %	89.057 %
Nº 200	0.075 mm	202.00 g	3.206 %	7.737 %	96.794 %
Fondo	0.000 mm	83.70 g	0.000 %	3.206 %	100.000 %
<b>Sumatoria</b>		<b>2610.800 g</b>		<b>100.000 %</b>	
<b>Módulo de Fineza:</b>		2.8967			

FUENTE : ELABORACION PROPIA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)  
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D2216 - D854 - D4318 -  
D427 - D2487)

AGREGADO GRUESO - ENSAYO 1

TESIS : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA  
RESISTENCIA UTILIZANDO POLIMEROS SUPERABSORBENTES  
ADITIVOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017"

REALIZADO POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA : LA PONDEROSA

FECHA : DICIEMBRE 2016

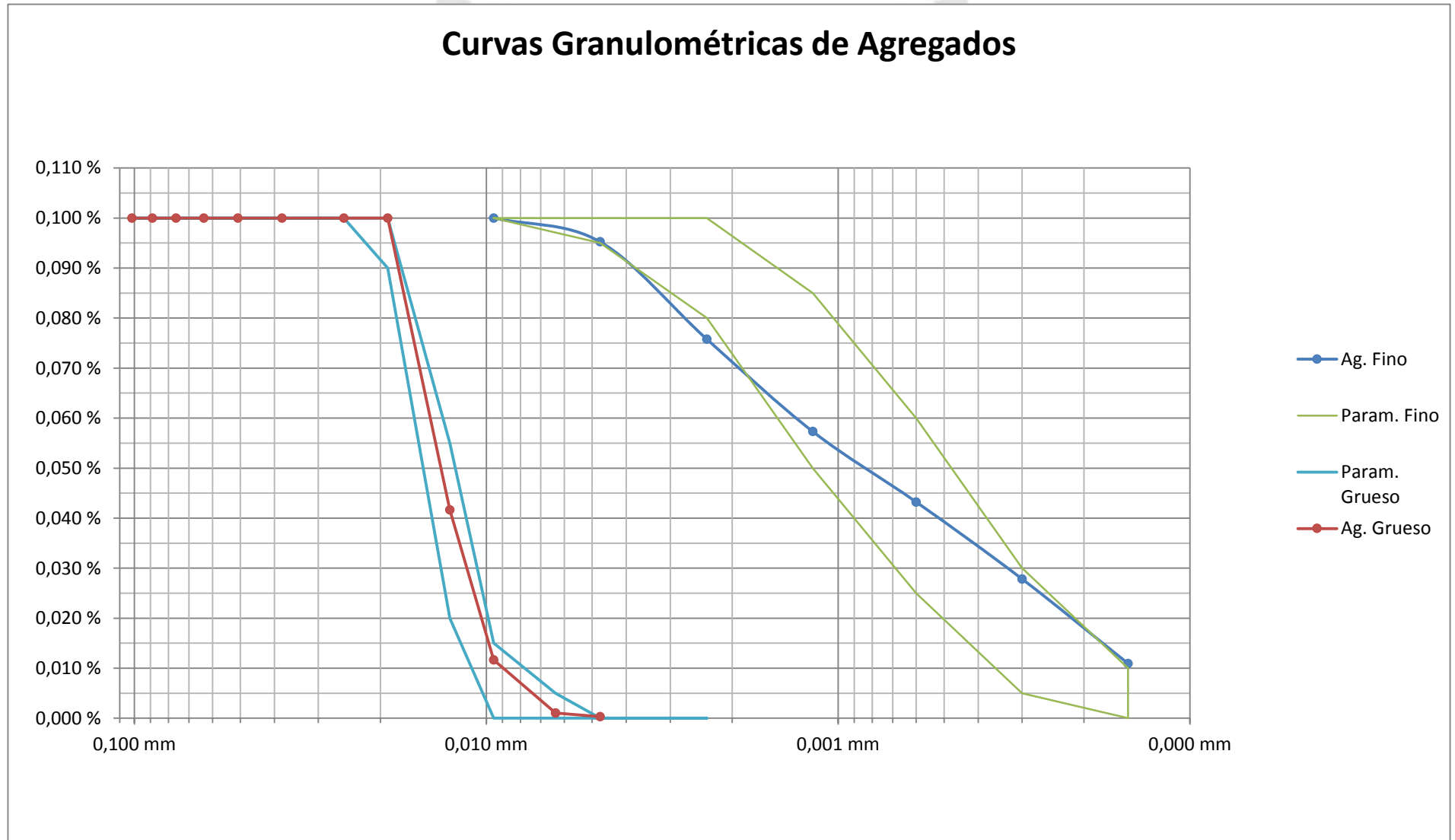
TABLA 3.4: DATOS ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO

Agregado Grueso:		La Ponderosa			
Malla	Diámetro (mm)	Peso Retenido (g)	P. Pasante (%)	P. Retenido (%)	P. R. Acumulado (%)
4"	101.60 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
3 1/2"	88.90 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
3"	<b>76.20 mm</b>	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
2 1/2"	63.50 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
2"	50.80 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
1 1/2"	<b>38.10 mm</b>	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
1"	25.40 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
3/4"	<b>19.05 mm</b>	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
5/8"	15.88 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
1/2"	12.70 mm	2192.000 g	41.65 %	58.35 %	58.35 %
3/8"	<b>09.53 mm</b>	1126.800 g	11.66 %	29.99 %	88.34 %
1/4"	06.35 mm	398.500 g	1.05 %	10.61 %	98.95 %
N° 4	<b>04.75 mm</b>	27.300 g	0.32 %	0.73 %	99.68 %
Fondo	00.00 mm	12.200 g	0.00 %	0.32 %	100.00 %
<b>Sumatoria</b>		<b>3756.800 g</b>		<b>100.00 %</b>	
<b>Módulo de Fineza:</b>		6.8802			
<b>Tamaño Nominal Máximo:</b>		3/4"	Según Lím. De Granulometría		

FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 3.1: CURVA GRANULOMETRICA 01

FUENTE: ELABORACION PROPIA



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)  
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D2216 - D854 -  
D4318 - D427 - D2487)

AGREGADO FINO - ENSAYO 2

TESIS : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE  
ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO POLIMEROS  
SUPERABSORBENTES ADITIVOS EN LA CIUDAD DE  
AREQUIPA - 2017"

REALIZADO

POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA : LA PONDEROSA

FECHA : DICIEMBRE 2016

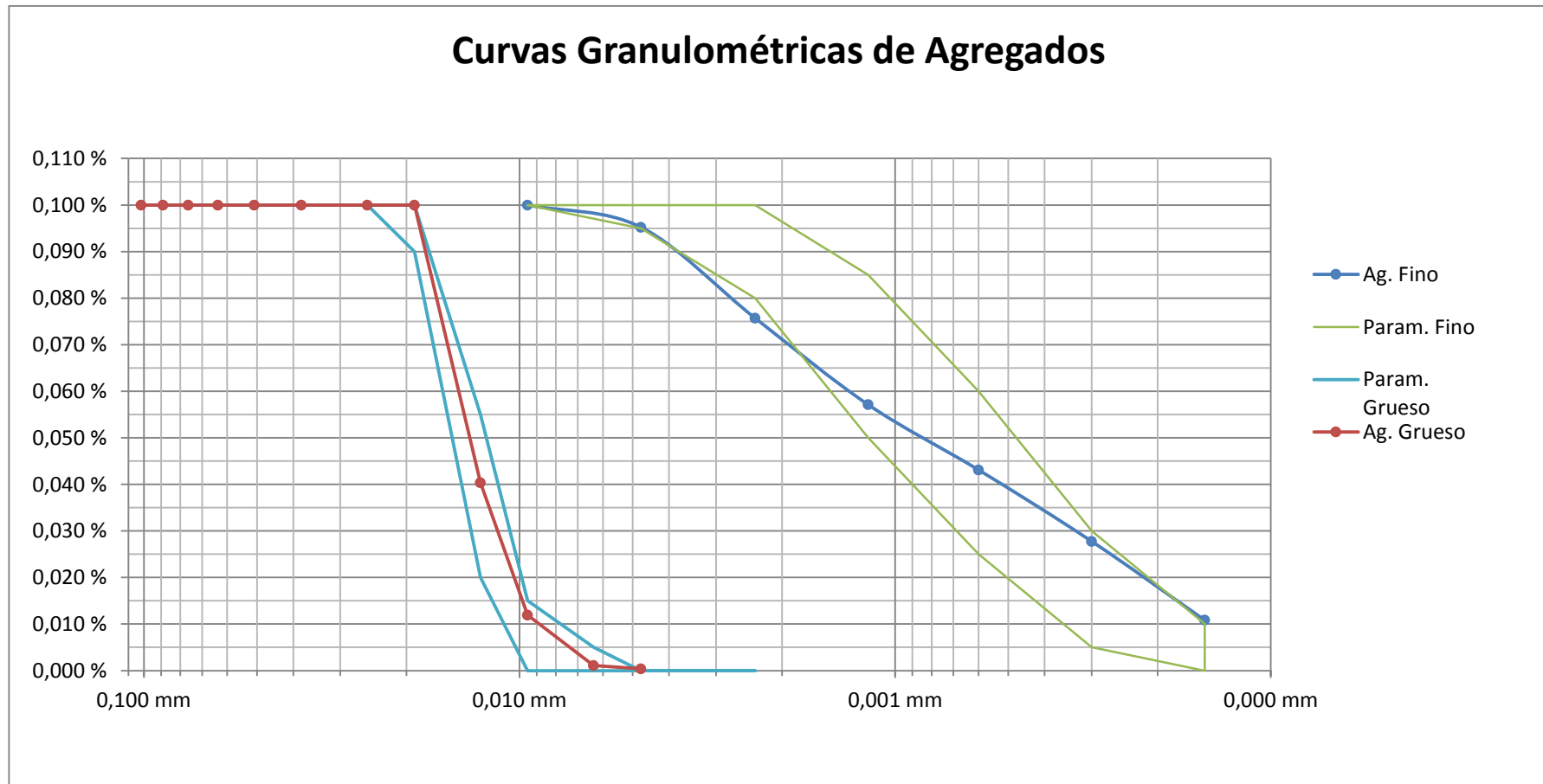
TABLA 3.5: DATOS ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO

Agregado Fino:		La Ponderosa			
Malla	Diámetro (mm)	Peso Retenido (g)	P. Pasante (%)	P. Retenido (%)	P. Acumulado (%)
3/8 "	9.525mm	0.00 g	100.000 %	0.000 %	0.000 %
1/4 "	6.350 mm	0.00 g	100.000 %	0.000 %	0.000 %
N° 4	<b>4.750 mm</b>	125.00 g	95.215 %	4.785 %	4.785 %
N° 8	<b>2.360 mm</b>	509.60 g	75.705 %	19.509 %	24.295 %
N° 10	2.000 mm	0.00 g	75.705 %	0.000 %	24.295 %
N° 16	<b>1.180 mm</b>	485.60 g	57.115 %	18.590 %	42.885 %
N° 20	0.850 mm	0.00 g	57.115 %	0.000 %	42.885 %
N° 30	<b>0.600 mm</b>	365.90 g	43.107 %	14.008 %	56.893 %
N° 40	0.425 mm	0.00 g	43.107 %	0.000 %	56.893 %
N° 50	<b>0.300 mm</b>	400.50 g	27.775 %	15.332 %	72.225 %
N° 80	0.180 mm	0.00 g	27.775 %	0.000 %	72.225 %
N° 100	<b>0.150 mm</b>	442.30 g	10.842 %	16.933 %	89.158 %
N° 200	0.075 mm	198.00 g	3.262 %	7.580 %	96.738 %
Fondo	0.000 mm	85.20 g	0.000 %	3.262 %	100.000 %
<b>Sumatoria</b>		<b>2612.100 g</b>		<b>100.000 %</b>	

**Módulo de Fineza:** 2.9024

FUENTE: ELEBORACION PROPIA

GRAFICA 3.2: CURVA GRANULOMETRICA 02



FUENTE: ELABORACION PROPIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

AGREGADO FINO - ENSAYO 3

TESIS : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO POLIMEROS SUPERABSORBENTES ADITIVOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017"

REALIZADO

POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA : LA PONDEROSA

FECHA : DICIMEMBRE 2016

TABLA 3.6: DATOS ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO

Agregado Fino:		La Ponderosa			
Malla	Diámetro (mm)	Peso Retenido (g)	P. Pasante (%)	P. Retenido (%)	P. R. Acumulado (%)
3/8 "	9.525mm	0.00 g	100.000 %	0.000 %	0.000 %
1/4 "	6.350 mm	0.00 g	100.000 %	0.000 %	0.000 %
Nº 4	<b>4.750 mm</b>	125.30 g	95.192 %	4.808 %	4.808 %
Nº 8	<b>2.360 mm</b>	507.65 g	75.711 %	19.481 %	24.289 %
Nº 10	2.000 mm	0.00 g	75.711 %	0.000 %	24.289 %
Nº 16	<b>1.180 mm</b>	485.12 g	57.094 %	18.616 %	42.906 %
Nº 20	0.850 mm	0.00 g	57.094 %	0.000 %	42.906 %
Nº 30	<b>0.600 mm</b>	362.30 g	43.191 %	13.903 %	56.809 %
Nº 40	0.425 mm	0.00 g	43.191 %	0.000 %	56.809 %
Nº 50	<b>0.300 mm</b>	398.50 g	27.899 %	15.292 %	72.101 %
Nº 80	0.180 mm	0.00 g	27.899 %	0.000 %	72.101 %
Nº 100	<b>0.150 mm</b>	435.80 g	11.175 %	16.724 %	88.825 %
Nº 200	0.075 mm	205.60 g	3.285 %	7.890 %	96.715 %
Fondo	0.000 mm	85.60 g	0.000 %	3.285 %	100.000 %
Sumatoria		<b>2605.870 g</b>		<b>100.000 %</b>	

**Módulo de Fineza:** 2.8974

FUENTE: ELABORACION PROPIA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM  
D422)

AGREGADO GRUESO - ENSAYO 3

TESIS : “ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE  
ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO POLIMEROS  
SUPERABSORBENTES ADITIVOS EN LA CIUDAD DE  
AREQUIPA - 2017”

REALIZADO

POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA :LA PONDEROSA

FECHA : DICIEMBRE 2016

TABLA 3.7: DATOS ANALISIS GRANULEMTRICO AGREGADO GRUESO

Agregado Grueso:		La Ponderosa			
Malla	Diámetro (mm)	Peso Retenido (g)	P. Pasante (%)	P. Retenido (%)	P. Acumulado (%) R.
4"	101.60 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
3 1/2"	88.90 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
3"	<b>76.20 mm</b>	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
2 1/2"	63.50 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
2"	50.80 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
1 1/2"	<b>38.10 mm</b>	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
1"	25.40 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
3/4"	<b>19.05 mm</b>	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
5/8"	15.88 mm	0.000 g	100.00 %	0.00 %	0.00 %
1/2"	12.70 mm	2180.500 g	41.67 %	58.33 %	58.33 %
3/8"	<b>09.53 mm</b>	1130.800 g	11.42 %	30.25 %	88.58 %
1/4"	06.35 mm	390.600 g	0.97 %	10.45 %	99.03 %
Nº 4	<b>04.75 mm</b>	25.650 g	0.28 %	0.69 %	99.72 %
Fondo	00.00 mm	10.550 g	0.00 %	0.28 %	100.00 %
Sumatoria		<b>3738.100 g</b>		<b>100.000 %</b>	

<b>Módulo de Fineza:</b>	6.8830	
<b>Tamaño Nominal Máximo:</b>	3/4"	Según Lím. De Granulometría

FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 3.3: CURVA GRANULOMETRICA 03 FUENTE: ELABORACION PROPIA



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.1.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Norma

- NTP 400.021 , ASTM C 127

Equipo

- Balanza
- Tamiz Normalizado # 4
- Depósito de Agua
- Cesta con malla , con abertura equivalente al tamiz # 6
- Horno
- Bandeja

Procedimiento

Con material previamente seleccionado por cuarteo tanto como agregado grueso, además de previamente seco para los ensayos correspondientes.

Primero se debe tamizar el material por la malla # 4 para descartar el agregado pasante por esta malla dado por la norma peruana.

Se tomara la una muestra del agregado fino de 1500 gr previamente seca.

Se sumerge el material de agua pasando el ras aproximadamente unas 24 horas, al día siguiente, se removió el material del recipiente con agua, se coloca el agregado encima de una franela absorbente, y se seca con otra franela, hasta desaparecer toda el agua visible que se nota como una película de agua, hasta perder el brillo superficial del agua en la superficie.

Se pesó la muestra una vez desaparecida la película de agua, este peso dado nos dio el peso de la muestra bajo condiciones de saturación con superficie seca, pesado con una balanza de aproximación de 0.5 gr.

Se pesó la canastilla completamente sumergida para así obtener el peso neto de la muestra en condiciones sumergidas de la misma forma con una balanza de aproximación de 0.5 gr.

De la misma forma se colocara la misma muestra en estado superficialmente seca en la canastilla hasta de forma que esté completamente sumergida, de la misma forma que fue pesada solo la canastilla , restando el peso de la canastilla previamente pesado se obtendrá el peso de la muestra saturada en agua.

Retiramos la muestra de la canastilla y la colocamos en una bandeja procediendo a llevarla al horno a la temperatura igual al ensayo de contenido de humedad ( $100 \pm 5$  °C) y así obtener el peso de la muestra seca.

Cálculos

Para obtener las propiedades que necesitamos se necesitaran las siguientes ecuaciones

Peso Específico de la Masa

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Absorción

$$Ab, (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

- A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;  
B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;  
C = Peso en el agua de la muestra saturada.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

TESIS : “ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO POLIMEROS SUPERABSORBENTES ADITIVOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017”

REALIZAD

O POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA : LA PONDEROSA

FECHA : dic-16

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

TABLA 3.8: DATOS PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO				
I.- DATOS				
		MUESTR A 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
1	PESO DE LA MUESTRA SECA [ gr ]	1490.00	1491.50	1492.05
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERICIALMENTE SECA [ gr ]	1500.00	1500.00	1500.00
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA [ gr ]	961.40	961.30	960.30
II.- RESULTADOS				
1	PESO ESPECIFICO DE MASA [ gr/m <sup>3</sup> ]	2.766	2.769	2.765
2	PORCENTAJE DE ABSORCION % ABS	0.671%	0.536%	0.533%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.1.5. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Norma

- NTP 400.022, ASTM C126

Equipo

- Balanza
- Fiola
- Moldes cónicos para pruebas de compactación
- Apisonador de metal de 340 gr aproximadamente.
- Horno

Procedimiento

La muestra previamente tratada (cuarteo y selección de material para muestra representativa), usando aproximadamente 1500 gr para las 3 muestras de 500 gr cada una aproximadamente.

Una vez lista la muestra se procedió a sumergir las muestras en agua por 24 horas aproximadamente para así obtener la muestra saturada.

Pasada las 24 horas se procedió a retirar el agua de la muestra y colocarla en una bandeja para secarla al aire, para acelerar el proceso se utilizó la ayuda de cocinas para el secado de la muestra y así obtener la muestra en su estado saturado parcialmente saturado.

Como se pudo saber si la muestra está en el estado saturado superficialmente seco, para esto se utiliza un simple ensayo usando el molde cónico; se compacta la muestra dentro del molde con ayuda del apisonador con pequeños golpes solo con su propio peso, se alisa la superficie y se levantó el molde con mucho cuidado; esta prueba nos indicó si la muestra está en el estado que se requiere. Si la muestra conserva humedad libre en la superficie el cono conserva su forma.

El ensayo tiene que ensayar muchas veces en intervalos de tiempo diferente para obtener la muestra correcta y que la muestra conserve su forma cónica. Esto indicara que se ha alcanzado la condición de saturado superficialmente seca.

Una vez que la forma del molde se conservó se pesa la muestra aproximadamente 500 gr. Para el ensayo de peso específico y absorción.

Se pesó la fiola llena de agua hasta la señal que nos indica hasta donde podemos llenarla y a la vez agitarla he inclinarla para quitar el aire, una vez pesada se retiró el agua para colocar la muestra previamente pesada (500 gr) con mucho cuidado sin perder nada muestra; una vez la muestra dentro de la fiola se procedió a llenar de agua al mismo punto que fue pesado anteriormente luego se procedió a quitar las burbujas, se colocó la fiola en baño María y se fue rodando por 10 minutos aproximadamente hasta que ya no se muestren burbujas de aire.

Luego de esto se hizo reposar la fiola por unas 24 horas hasta que la fiola estuvo a temperatura ambiente y después registrar el peso de la fiola con la marca del peso

Luego de eso se extiende el material en una bandeja y extiende se retira al agua se mete al horno para obtener el porcentaje de absorción.

## CÁLCULOS

Para obtener las propiedades que necesitamos se necesitaran las siguientes ecuaciones

Peso Específico de la Masa

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Absorción

$$Ab, (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

- A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;  
B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;  
C = Peso en el agua de la muestra saturada.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

TESIS : “ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO POLÍMEROS SUPERABSORBENTES ADITIVOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017”

REALIZADO POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA : LA PONDEROSA

FECHA : DICIEMBRE 2016

TABLA 3.8: TABLA 3.8: DATOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
I.- DATOS				
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
1	PESO DE LA MUESTRA SECA [ gr ]	495.90	496.10	494.60
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA [ gr ]	500.00	500.00	500.00
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA [ gr ]	329.80	329.90	329.50
II.- RESULTADOS				
1	PESO ESPECÍFICO DE MASA [ gr/m <sup>3</sup> ]	2.914	2.917	2.901
2	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %ABS	0.827%	0.705%	1.112%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.1.6. PESO UNITARIO DEL AGREGADO

Norma

- NTP 400.017, ASTM C29

Equipo

- Balanza
- Molde Metálico
- Varilla de 5/8'' lisa con punta redondeada
- Pala
- Bandeja
- Regla Metálica
- Cucharon

Procedimiento

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Con material previamente seleccionado (Cuarteo) y secado en el horno se procedió a empezar el ensayo tanto en agregado grueso como fino.

El procedimiento es similar al llenado de probetas se divide en tres parte la altura del molde, una vez llenado la primera capa se procedió al compactado de la capa, se realizó de la misma forma que la elaboración de una briqueta con 25 golpes distribuidos uniformemente helicoidalmente y luego 12 golpes distribuidos alrededor del recipiente metálico con el martillo de goma de tal manera que el las partículas del material estén compactadas y acomodadas entre sí, al ser la primera capa se tuvo cuidado de no golpear el fondo del recipiente con material y de la misma forma de no la varilla se mantenga solo en la capa ha compactar.

Finalmente en la última capa se llenara el recipiente hasta rebosar de material y se procede al compactado de la misma forma; solo con una diferencia al final se enrazo con una regla metálica para tener uniformidad con el borde del molde metálico.

Una vez concluido se procedió a pesar el molde metálico con el material compactado, una vez pesado se pesó el molde metálico sin material y se tomara medias (diámetro y altura interior) para determinar su volumen.

#### PESO UNITARIO SUELTO.

Con el material previamente secado y seleccionado (cuarteo) se procedió a empezar con el ensayo.

Se procedió al llenado del recipiente metálico con un cucharón cuidadosamente agregándolo desde una altura no mayor a 5 cm pegando el cucharón a las paredes del molde evitando el compactado, con el mayor cuidado hasta el filo del molde y se eliminó cuidadosamente el material sobrante evitando cualquier tipo de compactación.

Se pesó el molde con el material teniendo cuidado de no dar un golpe que dé lugar a una compactación, luego se pesó el molde vacío así como las medidas para el volumen.

#### Cálculos

Peso Unitario Compactado y Suelto

$$M = (G - T)/V$$

$$M = (G - T)*F$$

donde:

M = Peso Unitario del agregado en  $\text{kg/m}^3$  ( $\text{lb/p}^3$ )

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb)

T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen de la medida en  $\text{m}^3$  ( $\text{p}^3$ ), y

F = Factor de la medida en  $\text{m}^{-3}$  ( $\text{p}^{-3}$ )

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PESO ESPECÍFICO UNITARIO

TESIS : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO POLÍMEROS SUPERABSORBENTES ADITIVOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017"

REALIZADO POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA : LA PONDEROSA

FECHA : dic-16

TABLA 3.9: DATOS PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO  
AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO			
	M1	M2	M2
PESO DEL MOLDE [gr]	5213	5213	5213
PESO DEL MOLDE + MUESTRA [gr]	17950	17650	18050
PESO DE LA MUESTRA [gr]	12737	12437	12837
VOLUMEN DEL MOLDE [cm <sup>3</sup> ]	9400	9400	9400
PESO UNITARIO SECO [kg/m <sup>3</sup> ]	1356.72	1324.76	1367.37

PESO UNITARIO COMPACTADO			
	M1	M2	M2
PESO DEL MOLDE [gr]	5213	5213	5213
PESO DEL MOLDE + MUESTRA [gr]	19671	19772	19673
PESO DE LA MUESTRA [gr]	14458	14559	14460
VOLUMEN DEL MOLDE [cm <sup>3</sup> ]	9400	9400	9400
PESO UNITARIO SECO [kg/m <sup>3</sup> ]	1540.09	1548.83	1541.30

FUENTE: ELABORACION PROPIA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PESO ESPECÍFICO UNITARIO

TESIS : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO POLÍMEROS SUPERABSORBENTES ADITIVOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017"

REALIZADO POR : BACH. JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABE

CANTERA : LA PONDEROSA

FECHA : dic-16

TABLA 3.10: DATOS PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO  
AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO			
	M1	M2	M2
PESO DEL MOLDE [gr]	1725	1725	1725
PESO DEL MOLDE + MUESTRA [gr]	6200	6221	6185
PESO DE LA MUESTRA [gr]	4475	4496	4460
VOLUMEN DEL MOLDE [cm <sup>3</sup> ]	2800	2800	2800
PESO UNITARIO SECO [kg/m <sup>3</sup> ]	1590.21	1599.71	1590.11

PESO UNITARIO COMPACTADO			
	M1	M2	M2
PESO DEL MOLDE [gr]	1725	1725	1725
PESO DEL MOLDE + MUESTRA [gr]	6527	6515	6553
PESO DE LA MUESTRA [gr]	4802	4790	4828
VOLUMEN DEL MOLDE [cm <sup>3</sup> ]	2800	2800	2800
PESO UNITARIO SECO [kg/m <sup>3</sup> ]	1705.00	1710.71	1708.29

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.2. DISEÑO DE MEZCLAS

#### DISEÑO DE MEZCLAS POR EL MÉTODO DEL ACI

El método ACI es utilizado para elaborar diseños de mezcla de concreto con agregados que cumplan las normas correspondientes, hecho que no siempre se da en nuestro medio, es por eso que se seleccionó una cantera que es usualmente la más utilizada en nuestro medio debido a sus buenas propiedades con el concreto, ya que los agregados utilizados no se encuentran completamente limpios; ni tampoco se cuenta con unas granulometrías correctas. Es por esta causa que en general el método ACI nos da mezclas más secas de lo previsto y pedregosas, pero afortunadamente existen correcciones, las cuales no sólo son de agua, sino también de agregados.

#### DISEÑO DE MEZCLAS POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

El método consiste en optimizar sistemáticamente la proporción de agregado fino y grueso como un sólo material (Combinación de Agregados), dirigido a controlar la slump y trabajabilidad de la mezcla de Concreto y obtener r la máxima compacidad de la combinación de agregados. Para la adición de agua se debe tener en cuenta que esto compromete la resistencia y la durabilidad del concreto pues ya es sabido que de la relación agua-cemento (A/C) depende la resistencia del concreto, según los códigos de diseño del ACI y Euro códigos que son similares y por resistencia de acuerdo a la relación de Abrams(a/c).

##### 3.2.1. DISEÑO DE MEZCLAS POR EL MÉTODO ACI

El primer método de diseño que se aplicara para obtener un concreto de alta resistencia con una resistencia  $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$ , concreto sin aditivos para lo cual solo se determinara la dosificación de agregados, cemento y agua. Una vez realizado el diseño se procedió a adicionar los aditivos para poder cumplir con los requerimientos del concreto tanto en resistencia así como en trabajabilidad adicionando para cuestiones de resistencia y trabajabilidad se trabajó con microsílíce y superplastificante, se tuvo que realizar diversos ensayos para determinar las cantidades óptimas para llegar a condiciones óptimas de trabajo.

Este método utiliza las características de los agregados con diversos pasos y correcciones de humedad y dosificación que requieren los siguientes datos.

TABLA 3.11: PROPIEDADES FISICAS DE AGREGADOS

Características	Ag. Fino		Ag. Grueso	
Cantera	La Ponderosa		La Ponderosa	
Perfil	-----		Angulosa	
Peso Unitario Suelto Seco	1590.900	kg/m <sup>3</sup>	1356.715	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	1708.810	kg/m <sup>3</sup>	1544.754	kg/m <sup>3</sup>
Peso Específico de Masa	2.914	g/m <sup>3</sup>	6.88	g/m <sup>3</sup>
% Absorción	0.83	%	0.67	%
Contenido de Humedad	0.23	%	0.30	%
T. N. M.	-----		3/4"	
Módulo de fineza	2.8967		6.8802	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Los pasos a seguir según el método del ACI

- a) Elección de la resistencia promedio
- b) Selección del tamaño Máximo Nominal del Agregado
- c) Selección del asentamiento
- d) Estimación del contenido de agua
- e) Estimación de la cantidad de aire atrapado
- f) Calculo de la Relación de Abrams A/C
- g) Calculo del contenido de cemento
- h) Módulo de Fineza
- i) Calculo de Volúmenes Absolutos
- j) Calculo del contenido de Agregado Fino
- k) Presentación de diseño en Estado Seco
- l) Correcciones por Humedad de los Agregados

## DESARROLLO DEL DISEÑO

### a) Elección de la resistencia promedio

La resistencia requerida se de 350 Kgf/cm<sup>2</sup>. Pero siempre es utilizado un factor de seguridad según tabla.

TABLA 3.12: RESISTENCIA ALA COMPRESION - ACI

F'c (Kgf/cm <sup>2</sup> )	F'cr (Kgf/cm <sup>2</sup> )
Menos de 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
350 a mas	F'c + 98

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ “DISEÑO DE MEZCLAS”

Por seguridad el F'cr = 450 Kgf/cm<sup>2</sup>

### b) Selección del tamaño Máximo Nominal del Agregado

El tamaño máximo nominal será de 3/4” de acuerdo a la granulometría.

### c) Selección del asentamiento

Slump de 1” a 2” será una condición seca para el uso correcto de los aditivos y polímeros.

### d) Estimación del contenido de agua

Se tomará de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA 3.13: VOLUMEN DE AGUA - ACI

<b>Tabla 03: Volumen de Agua por m<sup>3</sup></b>									
Asentamiento	Agua en lt/m <sup>3</sup> , para TNM agregados y consistencia Indicada								
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"	
Concreto sin aire Incorporado									
1	1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
2	3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
3	6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con Aire Incorporado									
4	1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
5	3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6	6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	--

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ "DISEÑO DE MEZCLAS"

El contenido de agua por metro cubico será de 190 litros.

**e) Estimación de la cantidad de aire atrapado**

Se tomara de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA 3.14: CONTENIDO DE AIRE - ACI

<b>Tabla 02: Contenido de aire Atrapado</b>		
	T. N. M. del Agregado Grueso	Aire (%) Atrapado
1	3/8"	3.0 %
2	1/2"	2.5 %
3	3/4"	2.0 %
4	1"	1.5 %
5	1 1/2"	1.0 %
6	2"	0.5 %
7	3"	0.3 %
8	4"	0.2 %

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ "DISEÑO DE MEZCLAS"

El porcentaje de aire atrapado será el 2%.

**f) Cálculo de la Relación de Abrams A/C**

Se tomara de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA 3.15: RELACION AGUA-CEMENTO - ACI

F'cr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación a/c en Peso	
	Sin Incorporado	Con aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	--
450	0.38	--

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ "DISEÑO DE MEZCLAS"

De acuerdo a F'cr' = 450kgf/cm<sup>2</sup> se tomara A/C=0.38

**g) Cálculo del contenido de cemento**

La cantidad de cemento se calculara así

$$A/c = \frac{190}{c}$$

$$c = \frac{190}{0.38}$$

$$C = 500 \text{ Kg } \times \text{ m}^3$$

Presentación de datos requeridos para avanzar el diseño

TABLA 3.16: PRESENTACION DE DATOS PARA DISEÑO - ACI

Otros Datos	
Peso Específico del Cemento	2.850 g/m <sup>3</sup>
Resistencia Requerida F'cr	450.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Slump	1" 2"
Contenido de Aire	2.0 %
Contenido de Agua	190 lt/m <sup>3</sup>
Relación Agua/Cemento	0.380 Sin aire Incorporado

FUENTE: ELABORACION PROPIA

h) Módulo de Fineza

Siendo el Modulo de Fineza del agregado fino de 2.914 y el TMN del agregado grueso ¾” ingresamos al siguiente cuadro

TABLA 3.17: PESO DEL AGREGADO GRUESO - ACI

**Tabla 05: Peso del agregado Grueso por unidad de volumen del concreto**

TMN del agregado grueso	Volumen del Agregado Grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de fineza del fino (h/ho)			
	2.4	2.6	2.8	3
1 3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
2 1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3 ¾"	0.66	0.64	0.62	0.60
4 1"	0.71	0.69	0.67	0.65
5 1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
6 2"	0.78	0.76	0.74	0.72
7 3"	0.81	0.79	0.77	0.75
8 6"	0.87	0.85	0.83	0.81

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ “DISEÑO DE MEZCLAS

Interpolando el resultado entre 2.8 y 3 ya que el modulo es 2.914

$B_0$ = Peso unitario Compactado

B= Peso del Agregado Grueso

$$\text{Volumen del agregado Grueso} = 0.6103$$

$$\text{Peso del Agregado Grueso} = 1007.547\text{Kg}$$

**i) Cálculo de Volúmenes Absolutos**

Ya se tiene los datos necesarios para obtener el volumen del material exceptuando el agregado fino.

TABLA 3.18: DOSIFICACION EN VOLUMEN - ACI

Material	Peso Seco (kg)	Peso Específico	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	500.000 kg	2820.000	0.1773 m <sup>3</sup>
Agua	190.000 lt	1000.000	0.1900 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso	1007.547 kg	2628.340	0.3833 m <sup>3</sup>
Aire %	2.000 %	0.000	0.0200 m <sup>3</sup>

0.7706 m<sup>3</sup>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**j) Cálculo del contenido de Agregado Fino**

Con los volúmenes totales con una simple resta se obtendrá el volumen y peso del agregado fino.

<b>Vol. Ag. Fino</b>	0.2294	m <sup>3</sup>
<b>Peso</b>	580.777	Kg

**k) Presentación de diseño en Estado Seco**

Presentación del diseño con sus proporciones en volúmenes en estado seco.

TABLA 3.19: PRESENTACION DEL DISEÑO EN ESTADO SECO ACI

<b>Materiales</b>	<b>Peso Seco (kg)</b>
Cemento	500.000
Agua	190.000
Ag. Grueso	1007.489
Ag. Fino	580.777
Aire %	2.000

En Volumen

<b>Proporción</b>			
<b>1.000</b>	<b>1.162</b>	<b>2.015</b>	<b>0.380</b>
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Correcciones por Humedad de los Agregados

Se realizaron las correcciones por humedad de los agregados para así corregir el volumen de agua a agregar en la mezcla.

<b>Ag. Fino</b>	581.421 kg
<b>Ag. Grueso</b>	1008.020 kg

Y la reducción de agua respectivamente

<b>Agua Libre Ag. Fino</b>	-5.222 lt
<b>Agua Libre Ag. Grueso</b>	-13.377 lt

TABLA 3.20: PRESENTACION DEL DISEÑO EN ESTADO NATURAL - ACI

<b>Materiales</b>	<b>Peso Húmedo (kg)</b>
Cemento	500.000 kg
Ag. Grueso	1008.020 kg
Ag. Fino	581.421 kg
Agua	208.599 lt

Proporción en obra

<b>Proporción</b>			
<b>1.000</b>	<b>1.163</b>	<b>2.016</b>	<b>0.417</b>
<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.2.2. DISEÑO DE MEZCLAS POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Los pasos a seguir según el método de combinación de Agregados con los mismos datos del diseño anterior.

- a) Elección de la resistencia promedio
- b) Selección del tamaño Máximo Nominal del Agregado
- c) Selección del asentamiento
- d) Estimación del contenido de agua
- e) Estimación de la cantidad de aire atrapado
- f) Calculo de la Relación de Abrams A/C
- g) Calculo del contenido de cemento
- h) Calculo de Volúmenes de Pasta cementicia

- i) **Calculo de Volúmenes Absolutos del agregado**
- j) **Calculo de Modulo de fineza**
- k) **Calculo de Volúmenes del Agregado**
- l) **Calculo de peso del Agregado**
- m) **Presentación de diseño en Estado Seco**
- n) **Correcciones por Humedad de los Agregados**

**Desarrollo del diseño**

**a) Elección de la resistencia promedio**

La resistencia requerida se de 350 Kgf/cm<sup>2</sup>. Pero siempre es utilizado un factor de seguridad según tabla.

TABLA 3.21: RESISTENCIA A LA COMPRESION COMB AGREGADOS

<b>F'c (Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>F'cr (Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Menos de 210</b>	F'c + 70
<b>210 a 350</b>	F'c + 84
<b>350 a mas</b>	F'c + 98

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ “DISEÑO DE MEZCLAS

Por seguridad el F'cr'= 450 Kgf/cm<sup>2</sup>

**b) Selección del tamaño Máximo Nominal del Agregado**

El tamaño máximo nominal será de ¾” de acuerdo a la granulometría.

**c) Selección del asentamiento**

Slump de 1” a 2” será una condición seca para el uso correcto de los aditivos y polímeros.

**d) Estimación del contenido de agua**

Se tomara de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA 3.22: VOLUMEN DE AGUA -COMB AGREGADOS

<b>Tabla 03: Volumen de Agua por m<sup>3</sup></b>									
<b>Asentamiento</b>	<b>Agua en lt/m<sup>3</sup>, para TNM agregados y consistencia Indicada</b>								
	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>	
<b>Concreto sin aire Incorporado</b>									
1	1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
2	3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
3	6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
<b>Concreto con Aire Incorporado</b>									
4	1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
5	3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6	6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	--

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ “DISEÑO DE MEZCLAS

El contenido de agua por metro cubico será de 190 litros.

**e) Estimación de la cantidad de aire atrapado**

Se tomara de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA 3.23: CONTENIDO DE AIRE - COMB AGREGADOS

<b>Tabla 02: Contenido de aire Atrapado</b>		
	<b>T. N. M. del Agregado Grueso</b>	<b>Aire Atrapado (%)</b>
1	3/8"	3.0 %
2	1/2"	2.5 %
3	3/4"	2.0 %
4	1"	1.5 %
5	1 1/2"	1.0 %
6	2"	0.5 %
7	3"	0.3 %
8	4"	0.2 %

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ “DISEÑO DE MEZCLAS

El porcentaje de aire atrapado será el 2%.

**f) Cálculo de la Relación de Abrams A/C**

Se tomara de acuerdo a la siguiente tabla.

TABLA 3.24: RELACION AGUA-CEMENTO - COMB AGREGADOS

F'cr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación a/c en Peso	
	Sin Incorporado	Con aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	--
450	0.38	--

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ “DISEÑO DE MEZCLAS

De acuerdo a F'cr' = 450kgf/cm<sup>2</sup> se tomara A/C=0.38

**g) Cálculo del contenido de cemento**

La cantidad de cemento se calculara así

$$A/C = \frac{190}{C}$$

$$C = \frac{190}{0.38}$$

$$C = 500 \text{ Kg } \times m^3$$

**h) Cálculo de Volúmenes de Pasta cementicia**

Para empezar se tiene que calcular la cantidad de bolsas de cemento en un metro cubico de agua tomando en cuenta que en nuestro medio la bolsa de cemento pesa 42.5 Kg.

$$\frac{500}{42.5} = 11.76 \text{ bls}$$

Con ese dato nos introducimos en la siguiente tabla

TABLA 3.25: MODULO DE FINEZA - COMB AGREGADOS

Tabla 06: Módulo de fineza de la combinación de agregados

TMN del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas / m <sup>3</sup> (m)			
	6	7	8	9
1 3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
2 1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3 3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
4 1"	5.26	5.34	5.41	5.49
5 1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
6 2"	5.86	5.94	6.01	5.09
7 3"	6.16	6.24	6.31	6.39

FUENTE: ENRIQUE RIVVA LÓPEZ "DISEÑO DE MEZCLAS"

Al no estar dentro de los límites de interpolación 11.76 bolsas, se procedió con una interpolación

**MF Combinación Ag** 5.4112

Usando la siguiente fórmula para hallar la repartición de volúmenes de proporción del agregado fino

$$rf = \frac{mg - m}{mg - mf}$$

Siendo:

Mg= Modulo de fineza del Agregado Grueso

M = Modulo de combinación de los agregados

Mf = Modulo de fineza del Agregado Fino

Módulo de Fineza Ag. Grueso	7.0218
Módulo de Fineza Ag. Fino	2.6146
Módulo de Fineza de la Comb. De Ag.	5.4112

<b>% de Ag. Fino</b>	36.55 %
----------------------	---------

**i) Calculo de Volúmenes Absolutos del agregado**

Se calculará el volumen de los agregados usando las proporciones conocidas.

TABLA 3.26: VOLUMEN DE PASTA CEMENTICIA - COMB AGREGADOS

Material	Peso Seco (kg)	Peso Específico	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	500.000 kg	2850.000	0.1754 m3
Agua	190.000 lt	1000.000	0.1900 m3
Aire %	2.000 %	0.000	0.0200 m3
			0.3854 m3

<b>Volumen de Agregados</b>	0.6146
-----------------------------	--------

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Calculo del volumen del agregado fino

$$r_f * V_{agr} = V_{Fin}$$

$$0.3655 * (0.6146) = 0.2246$$

<b>Vol. Ag. Fino</b>	0.2246	m <sup>3</sup>
<b>Peso</b>	568.664	kg

**j) Calculo de Volúmenes del Agregado**

Calculo del agregado grueso por la siguiente formula

$$(V - V_{fin}) = V_g$$

$$(0.6146 - 0.2246) = 0.39$$

**k) Calculo de peso del Agregado**

$$Pe * V = \text{Peso Agregado}$$

Ag. Grueso	1024.824
------------	----------

**l) Presentación de diseño en Estado Seco**

TABLA 3.27: PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO - COMB AGREGADOS

Materiales	Peso (kg)	Seco
Cemento	500.000	
Agua	190.000	
Ag. Grueso	1024.824	
Ag. Fino	568.664	
Aire %	2.00 %	

Proporción			
<b>1.000</b>	<b>1.137</b>	<b>2.050</b>	0.380
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**m) Correcciones por Humedad de los Agregados**

Debido a la humedad de los agregados se corrigió las proporciones y pesos de los agregados

<b>Peso Húmedo Ag.</b>	
<b>Ag. Fino</b>	569.294 kg
<b>Ag. Grueso</b>	1025.364 kg

Y ahora se procedió a retirar el agua que aporta el material en su estado

<b>Agua Libre Ag. Fino</b>	-5.113 lt
<b>Agua Libre Ag. Grueso</b>	-13.607 lt

TABLA 3.28: PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO NATURAL - COMB AGREGADOS

<b>Materiales</b>	<b>Peso Húmedo (kg)</b>
Cemento	500.000 kg
Ag. Grueso	1025.364 kg
Ag. Fino	569.294 kg
Agua	208.721 lt

Proporciones en volumen para la fabricación de probetas

<b>Proporción</b>			
<b>1.000</b>	<b>1.139</b>	<b>2.051</b>	<b>0.417</b>
<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.2.3. CANTIDAD DE MATERIALES PARA FINES DE LA INVESTIGACIÓN

Para esta investigación se tomó la proporción en volumen de cuantas probetas se fabricaran tomando como límite el volumen permitido por el trompo del laboratorio siendo necesario para la investigación 9 probetas por tandada de mezcla con una seguridad del 10 %.

Al ser un concreto de alta resistencia se usó moldes de medida pequeña siendo estos aproximadamente de 4'' x 8'' así tomado su volumen para calculas pesos de acuerdo a sus proporciones en volúmenes.

$$V = \frac{\pi d^2}{4}$$

Por la cantidad de probetas del volumen y sacar el volumen y así sacar las proporciones en peso.

$$V = 0.0181 \text{ m}^3$$

#### 3.2.3.1. PROPORCIONES POR DISEÑO DEL ACI

Proporción			
1.000	1.163	2.016	0.417
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua

Proporciones en peso por tandada para 9 probetas

TABLA 3.29: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS ACI

Materiales	Peso (kg)	Peso por Probeta (kg)
Cemento	9.071 kg	0.825 kg
Ag. Grueso	18.288 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.549 kg	0.959 kg
Agua	3.785 lt	0.344 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

PROPORCIONES DE ADITIVOS A ADICIONAR A LA MEZCLA DE CONCRETO

Cantidad de cemento con Microsilice y Superplastificante

Para encontrar la proporción adecuada para un diseño adecuado se ensayara con 3 diferentes proporciones de microsilice y superplastificante siendo los diseños de microsilice al 8%,10% y 12% con respecto al peso del cemento y el superplastificante de acuerdo al comportamiento de la trabajabilidad del concreto oscilando entre el 1 % de la siguiente manera.

Proporciones al 8% de Microsilice y Superplastificante al 1%

TABLA 3.30: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 8% MC Y 1% SP ACI

Materiales	Peso (kg)	Peso (kg)
	Sin Aditivos	Con Aditivos
Cemento	9.071 kg	8.346 kg
Microsilice		0.726 kg
Ag. Grueso	18.288 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.549 kg	0.959 kg
Agua	3.785 lt	3.706 lt
Superplastificante		0.078 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El incremento de los aditivos variara la proporciones de agua y cemento a colocar en la mezcla teniendo esto que calcularse; las proporciones a corregir fue de acuerdo al uso del aditivo por ejemplo la adición de microsilice reducirá la proporción de cemento de acuerdo al porcentaje de microsilice de esta manera; para calcular la cantidad de microsilice SIKAFUME que se adicione al ser 8% se multiplicó por el peso de cemento a utilizar ( $9.071 \times 0.08$ ) que resultó a 0.726 Kg de microsilice que se colocó, este valor de microsilice se sustraerá del peso del cemento ( $9.071 - 0.726$ ) resultando 8.346 Kg el peso final del peso de cemento que se colocó.

De la misma manera el aditivo superplastificante SIKAMENT 306, se corrigió en este caso se corregirá la cantidad de agua a la mezcla siendo al 1% se multiplicara por el peso de cemento ( $9.071 \times 0.01$ ) que equivale 0,09071 Kg de SIKAMENT 306, este valor se divido entre la densidad del aditivo pues su presentación es en estado líquido siendo esta de 1.16 Kg/lt. Obteniendo el 0.078 litros para adicionar a la mezcla como proporción final.

Proporciones al 10 % de Microsilice y Superplastificante al 0.75 %

TABLA 3.31: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 10% MC Y 0.75 % SP ACI

Materiales	Peso (kg)	Peso (kg)
	Sin Aditivos	Con Aditivos
Cemento	9.071 kg	8.164 kg
Microsilice		0.907 kg
Ag. Grueso	18.288 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.549 kg	0.959 kg
Agua	3.785 lt	3.726 lt
Superplastificante		0.059 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El incremento de los aditivos variara la proporciones de agua y cemento a colocar en la mezcla teniendo esto que calcularse; las proporciones a corregir fue de acuerdo al uso del aditivo por ejemplo la adición de microsilice reducirá la proporción de cemento de acuerdo al porcentaje de microsilice de esta manera.

Para calcular la cantidad de microsilice SIKA FUME que se adiciono al ser 10 % se multiplicó por el peso de cemento a utilizar ( $9.071 \times 0.10$ ) que resultó a 0.907 Kg de microsilice que se colocó, este valor de microsilice se sustraerá del peso del cemento ( $9.071 - 0.907$ ) resultando 8.164 Kg el peso final del peso de cemento que se colocó.

De la misma manera el aditivo superplastificante SIKAMENT 306, se corrigió en este caso se corregirá la cantidad de agua a la mezcla siendo al 0.75 % se multiplicara por el peso de cemento ( $9.071 \times 0.0075$ ) que equivale 0,068 Kg de SIKAMENT 306, este valor se divido entre la densidad del aditivo pues su presentación es en estado líquido siendo esta de 1.16 Kg/lt. Obteniendo el 0.059 litros para adicionar a la mezcla como proporción final.

Proporciones al 12 % de Microsilice y Superplastificante al 0.50 %

TABLA 3.32: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 12% MC Y 0.50 % SP ACI

Materiales	Peso (kg) Sin Aditivos	Peso (kg) Con Aditivos
Cemento	9.071 kg	7.983 kg
Microsilice		1.089 kg
Ag. Grueso	18.288 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.549 kg	0.959 kg
Agua	3.785 lt	3.745 lt
Superplastificante		0.039 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El incremento de los aditivos variara la proporciones de agua y cemento a colocar en la mezcla teniendo esto que calcularse; las proporciones a corregir fue de acuerdo al uso del aditivo por ejemplo la adición de microsilice reducirá la proporción de cemento de acuerdo al porcentaje de micro sílice de esta manera.

Para calcular la cantidad de microsilice SIKA FUME que se adiciono al ser 12 % se multiplicó por el peso de cemento a utilizar ( $9.071 \times 0.12$ ) que resultó a 1.089 Kg de microsilice que se colocó, este valor de microsilice se sustraerá del peso del cemento ( $9.071 - 1.089$ ) resultando 7.983 Kg el peso final del peso de cemento que se colocó.

De la misma manera el aditivo superplastificante SIKAMENT 306, se corrigió en este caso se corregirá la cantidad de agua a la mezcla siendo al 0.5 % se multiplicara por el peso de cemento ( $9.071 \times 0.005$ ) que equivale 0,0453Kg de SIKAMENT 306, este valor se divido entre la densidad del aditivo pues su presentación es en estado líquido siendo esta de 1.16 Kg/lt. Obteniendo el 0.039 litros para adicionar a la mezcla como proporción final.

### 3.2.3.2. PROPORCIONES POR DISEÑO DE MODULO DE FINEZA

Proporción			
1.000	1.139	2.051	0.417
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua

Proporciones en peso por tandada para 9 probetas

TABLA 3.33: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS MF

<b>Materiales</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Peso por Probeta (kg)</b>
Cemento	9.071 kg	0.825 kg
Ag. Grueso	18.603 kg	1.691 kg
Ag. Fino	10.329 kg	0.939 kg
Agua	3.787 lt	0.344 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### PROPORCIONES DE ADITIVOS A ADICIONAR A LA MEZCLA DE CONCRETO

Cantidad de cemento con Microsilice y Superplastificante

Para encontrar la proporción adecuada para un diseño adecuado se ensayara con 3 diferentes proporciones de microsilice y superplastificante siendo los diseños de microsilice al 8%,10% y 12% con respecto al peso del cemento y el superplastificante de acuerdo al comportamiento de la trabajabilidad del concreto oscilando entre el 1 % de la siguiente manera.

Proporciones al 8% de Microsilice y Superplastificante al 1%

TABLA 3.34: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 8% MC Y 1% SP MF

<b>Materiales</b>	<b>Peso (kg) Sin Aditivos</b>	<b>Peso (kg) Con Aditivos</b>
Cemento	9.071 kg	8.346 kg
Microsilice		0.726 kg
Ag. Grueso	18.603 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.329 kg	0.959 kg
Agua	3.787 lt	3.709 lt
Superplastificante		0.078 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El incremento de los aditivos variara la proporciones de agua y cemento a colocar en la mezcla teniendo esto que calcularse; las proporciones a corregir fue de acuerdo al uso del aditivo.

Por ejemplo la adición de microsilice reducirá la proporción de cemento de acuerdo al porcentaje de microsilice de esta manera; para calcular la cantidad de microsilice SIKAFUME que se adiciona al ser 8% se multiplicó por el peso de cemento a utilizar ( $9.071 \times 0.08$ ) que resultó a 0.726 Kg de microsilice que se colocó, este valor de microsilice se sustraerá del peso del cemento ( $9.071 - 0.726$ ) resultando 8.346 Kg el peso final del peso de cemento que se colocó.

De la misma manera el aditivo superplastificante SIKAMENT 306, se corrigió en este caso se corregirá la cantidad de agua a la mezcla siendo al 1% se multiplicara por el peso de cemento ( $9.071 \times 0.01$ ) que equivale 0,09071 Kg de SIKAMENT 306, este valor se divide entre la densidad del aditivo pues su presentación es en estado líquido siendo esta de 1.16 Kg/lit. Obteniendo el 0.078 litros para adicionar a la mezcla como proporción final.

Proporciones al 10 % de Microsilice y Superplastificante al 0.75 %

TABLA 3.35: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 10% MC Y 0.75 % SP MF

<b>Materiales</b>	<b>Sin Aditivos</b>	<b>Con Aditivos</b>
Cemento	9.071 kg	8.164 kg
Microsilice		0.907 kg
Ag. Grueso	18.603 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.329 kg	0.959 kg
Agua	3.787 lt	3.728 lt
Superplastificante		0.059 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El incremento de los aditivos variara la proporciones de agua y cemento a colocar en la mezcla teniendo esto que calcularse; las proporciones a corregir fue de acuerdo al uso del aditivo por ejemplo la adición de microsilice reducirá la proporción de cemento de acuerdo al porcentaje de microsilice de esta manera; para calcular la cantidad de microsilice SIKAFUME que se adiciona al ser 10 % se multiplicó por el peso de cemento a utilizar ( $9.071 \times 0.10$ ) que resultó a 0.907 Kg de microsilice que se colocó, este valor de microsilice se sustraerá del peso del cemento ( $9.071 - 0.907$ ) resultando 8.164 Kg el peso final del peso de cemento que se colocó.

De la misma manera el aditivo superplastificante SIKAMENT 306, se corrigió en este caso se corregirá la cantidad de agua a la mezcla siendo al 0.75 % se multiplicara por el peso de cemento ( $9.071 \times 0.0075$ ) que equivale 0,068 Kg de SIKAMENT 306, este valor se divido entre la densidad del aditivo pues su presentación es en estado líquido siendo esta de 1.16 Kg/lit. Obteniendo el 0.059 litros para adicionar a la mezcla como proporción final.

Proporciones al 12 % de Microsilice y Superplastificante al 0.50 %

TABLA 3.36: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 12% MC Y 0.50 % SP MF

<b>Materiales</b>	<b>Sin Aditivos</b>	<b>Con Aditivos</b>
Cemento	9.071 kg	7.983 kg
Microsilice		1.089 kg
Ag. Grueso	18.603 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.329 kg	0.959 kg
Agua	3.787 lt	3.748 lt
Superplastificante		0.039 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El incremento de los aditivos variara la proporciones de agua y cemento a colocar en la mezcla teniendo esto que calcularse; las proporciones a corregir fue de acuerdo al uso del aditivo por ejemplo la adición de microsilice reducirá la proporción de cemento de acuerdo al porcentaje de microsilice de esta manera.

Para calcular la cantidad de microsilice SIKAFUME que se adiciono al ser 12 % se multiplicó por el peso de cemento a utilizar ( $9.071 \times 0.12$ ) que resultó a 1.089 Kg de microsilice que se colocó, este valor de microsilice se sustraerá del peso del cemento ( $9.071 - 1.089$ ) resultando 7.983 Kg el peso final del peso de cemento que se colocó. De la misma manera el aditivo superplastificante SIKAMENT 306, se corrigió en este caso se corregirá la cantidad de agua a la mezcla siendo al 0.5 % se multiplicara por el peso de cemento ( $9.071 \times 0.005$ ) que equivale 0,0453Kg de SIKAMENT 306, este valor se divido entre la densidad del aditivo pues su presentación es en estado líquido siendo esta de 1.16 Kg/lit. Obteniendo el 0.039 litros para adicionar a la mezcla como proporción final.

### 3.2.4. ELECCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

TABLA 3.37: RESULTADOS AL ENSAYO DE COMPRESION PARA CONCRETOS USANDO ADITIVOS A LA EDAD DE 7 DIAS

DESCRIPCION	DIAS	RESITENCIA [kgf/cm <sup>2</sup> ]	
		ACI	Mod. Fineza
<b>Superplastificante al 1% y Microsilice al 8%</b>	7	458.290	480.877
	7	449.250	485.028
	7	453.808	481.577
	7	447.225	482.851
	7	446.589	499.950
	7	448.460	477.605
<b>Superplastificante al 0.75 % y Microsilice al 10 %</b>	7	442.883643	461.651194
	7	457.067532	457.920602
	7	445.442855	460.212433
	7	447.199925	459.066518
	7	446.346855	460.849053
	7	455.068546	461.600265
<b>Superplastificante al 0.50 % y Microsilice al 12 %</b>	7	393.711132	412.860655
	7	395.302681	410.696148
	7	396.639583	413.522739
	7	395.952034	407.372992
	7	393.571076	414.070232
	7	396.435865	411.536486

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se analiza la información y se ve que ningún resultado esta al redor de la resistencia requerida 350 Kgf/cm<sup>2</sup> a los 28 días, siendo el día de ruptura a la edad de 7 la resistencia debe ser igual a un 70% de los 350 diseñados, superando ampliamente la resistencia que debió llegar a los 28 días.

Por lo que se concluye que las proporciones de microsilice son muy altas así que se fabricara nuevas probetas con otros porcentajes los cuales serán 4% y 2 % se analizó los resultados y escoger las proporciones adecuadas, además se puedo analizar la trabajabilidad al 1% es buena para la fabricación de probetas y evitar cangrejeras.

PROPORCIONES POR DISEÑO DEL ACI

TABLA 3.38 y 3.39: PROPORCIONES DE ELEMENTOS PARA COCNETO EN VOLUMEN Y PESO

<b>Proporción</b>			
<b>1.000</b>	<b>1.163</b>	<b>2.016</b>	0.417
<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>

<b>Materiales</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Peso por Probeta (kg)</b>
Cemento	9.071 kg	0.825 kg
Ag. Grueso	18.288 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.549 kg	0.959 kg
Agua	3.785 lt	0.344 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Proporciones al 2 % de Microsilice y Superplastificante al 1 %

TABLA 3.40: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 2% MC Y 1 % SP ACI

<b>Materiales</b>	<b>Peso (kg) Sin Aditivos</b>	<b>Peso (kg) Con Aditivos</b>
Cemento	9.071 kg	8.890 kg
Microsilice		0.181 kg
Ag. Grueso	18.603 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.329 kg	0.959 kg
Agua	3.787 lt	3.709 lt
Superplastificante		0.078 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El incremento de los aditivos variara la proporciones de agua y cemento a colocar en la mezcla teniendo esto que calcularse; las proporciones a corregir fue de acuerdo al uso del aditivo por ejemplo la adición de microsilice reducirá la proporción de cemento de acuerdo al porcentaje de microsilice de esta manera; para calcular la cantidad de microsilice SIKA FUME.

Que se adiciono al ser 2 % se multiplicó por el peso de cemento a utilizar ( $9.071 \times 0.02$ ) que resultó a 0.181 Kg de microsilice que se colocó, este valor de microsilice se sustraerá del peso del cemento ( $9.071 - 0.181$ ) resultando 8.890 Kg el peso final del peso de cemento que se colocó.

De la misma manera el aditivo superplastificante SIKAMENT 306, se corrigió en este caso se corregirá la cantidad de agua a la mezcla siendo al 1% se multiplicara por el peso de cemento ( $9.071 \times 0.01$ ) que equivale 0,09071 Kg de SIKAMENT 306, este valor se divido entre la densidad del aditivo pues su presentación es en estado líquido siendo esta de 1.16 Kg/lt. Obteniendo el 0.078 litros para adicionar a la mezcla como proporción final.

Proporciones al 4 % de Microsilice y Superplastificante al 1 %

TABLA 3.41: PROPORCIONES EN PESO POR TANDADA PARA 9 PROBETAS CON ADITIVOS AL 4% MC Y 1 % SP ACI

Materiales	Peso (kg)	Peso (kg)
	Sin Aditivos	Con Aditivos
Cemento	9.071 kg	8.708 kg
Microsilice		0.363 kg
Ag. Grueso	18.603 kg	1.663 kg
Ag. Fino	10.329 kg	0.959 kg
Agua	3.787 lt	3.709 lt
Superplastificante		0.078 lt

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El incremento de los aditivos variara la proporciones de agua y cemento a colocar en la mezcla teniendo esto que calcularse; las proporciones a corregir fue de acuerdo al uso del aditivo por ejemplo la adición de microsilice reducirá la proporción de cemento de acuerdo al porcentaje de microsilice de esta manera; para calcular la cantidad de microsilice SIKAFUME que se adiciono al ser 4 % se multiplicó por el peso de cemento a utilizar ( $9.071 \times 0.04$ ) que resultó a 0.363 Kg de microsilice que se colocó.

Este valor de microsilice se sustraerá del peso del cemento ( $9.071 - 0.363$ ) resultando 8.708 Kg el peso final del peso de cemento que se colocó. De la misma manera el aditivo superplastificante SIKAMENT 306, se corrigió en este caso se corregirá la cantidad de agua a la mezcla siendo al 1%.

Se multiplicara por el peso de cemento ( $9.071 \times 0.01$ ) que equivale 0,09071 Kg de SIKAMENT 306,

este valor se divide entre la densidad del aditivo pues su presentación es en estado líquido siendo esta de 1.16 Kg/lit. Obteniendo el 0.078 litros para adicionar a la mezcla como proporción final.

#### ELECCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE ADITIVOS

TABLA 3.42: RESULTADOS AL ENSAYO DE COMPRESION PARA CONCRETOS USANDO ADITIVOS A LA EDAD DE 7 DIAS

DESCRIPCION	DIAS	RESITENCIA [kgf/cm <sup>2</sup> ]	
		ACI	Modulo Fineza
<b>Superplastificante al 1% y Microsilice al 2 %</b>	4	134.530	137.790
	4	136.975	139.063
	7	234.938	241.050
	7	236.390	242.654
	7	239.522	242.119
	7	238.758	241.381
<b>Superplastificante al 1 % y Microsilice al 4 %</b>	3	116.132	117.329
	3	118.602	118.284
	7	254.635	250.332
	7	248.549	251.528
	7	249.950	252.802
	7	251.108	252.254

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El Presente Cuadro muestra los resultados de la resistencia a compresión de las probetas ensayadas alcanzando la edad de 7 días, al ser el séptimo día la resistencia alcanzada debe oscila alrededor de un 70% de la resistencia al diseño siendo los resultados del 4 % de adición de microsilice la proporción que más cercana esta al diseño siendo esta dosificación la adecuada para empezar la fase experimental; siendo la proporción de microsilice (Sika Fume) final el 4 % del peso del cemento y el superplastificante (Sikament 306) al 1 % del peso de cemento.

### 3.2.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL USANNO POLIMEROS SUPERBASORBENTES

Ya obteniendo la proporción adecuada para la resistencia diseñada y dosificación de aditivos se procedió en base al enfoque cualitativo se recolecto los datos necesarios para probar la hipótesis de la presente tesis con ensayos en laboratorio con base a medición numérica y análisis estadístico. Recolectando y analizando los datos se determinará los patrones de comportamiento que se analizara si la hipótesis es válida.

Concreto de alta resistencia utilizando polímeros Superabsorbentes (SAP)

Obteniendo la correcta proporción tanto de los componentes de la mezcla y aditivos para conseguir resultados a la prueba de compresión de 350 Kg/cm<sup>2</sup> se procedió a encontrar la correcta la cantidad correcta de polímeros Superabsorbentes en relación del porcentaje del peso de cemento utilizado.

Para en el caso de la incorporación de Polímeros Superabsorbentes se partió de la resistencia inicial del concreto de alta resistencia siendo objeto de estudio las variaciones que sufre el concreto de alta resistencia a compresión en la adición de tres porcentajes en relación al peso del cemento de polímeros Superabsorbentes.

TABLA 3.43: PÒRCENTAJE DE ADICION NDE POLIMEROS SUPERABSOBENTES EN EL DISEÑO

Nombre del Diseño	Porcentaje de Polímeros en Peso de Cemento
(ACI o MF ) con SAP al 0.025%	0.025%
(ACI o MF ) con SAP al 0.050%	0.050%
(ACI o MF ) con SAP al 0.075%	0.075%
(ACI o MF ) con SAP al 0.10%	0.10%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Según Pasquel Carabajal en curado interno con polímeros Superabsorbentes el porcentaje adecuado al peso del cemento es una onza por cada bolsa de cemento siendo equivalente 0.028349 kg dando el punto de partida el 0.1% en la investigación.

Se decide utilizar este porcentaje como techo ya que ensayos previos se obtuvo que a mayor proporción de polímeros, la mezcla sufre exudación y segregación siendo no viable para la investigación.

Para realizar la investigación se tomó los porcentajes mencionados en la tabla pero como se realizara diversos diseños fue necesario calcular la proporción en peso de los polímeros de acuerdo a cada tandada que se realizara en el trompo.

TABLA 3.44: PESO DEL POLIMERO SUPERABSORBENTE PARA CADA PORCENTAJE DEL PESO DEL CEMENTO

<b>Materiales</b>	<b>Peso (kg)</b>
Cemento	9.071 kg
SAP al 0.025%	2.2678 gr
SAP al 0.050%	4.5357 gr
SAP al 0.075%	6.8035 gr
SAP al 0.100%	9.0713 gr

FUENTE: PROPIO

Siendo el peso del cemento iguales en los dos tipos de diseños y el porcentaje de peso en los diseños están directamente proporcionales al peso del cemento el porcentaje a aplicar de polímeros Superabsorbentes serían iguales en los tipos de diseño tanto para el diseño según el ACI y Combinación de Agregados.

La capacidad de absorción de los polímeros usados en esta investigación son de aproximadamente 10 gr absorben 1 litro, siendo estos totalmente saturados en una hora aproximadamente.

### 3.2.6. FABRICACIÓN DE PROBETAS

Determinación de la cantidad de Probetas

Para conocerla cantidad de probetas normalizadas la presente investigación se basó en las recomendaciones del comité del ACI 3018-08 “Requisitos de reglamento para concreto estructural”, que en su inciso 5.6.2.4 nos dice: “Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 6” x 12 ” o de al menos tres probetas de 4” x 8” preparadas de la misma muestra de concreto.

Usando las recomendaciones del comité del ACI y por recomendaciones del asesor por ser probetas de alta resistencia se optó por probetas cilíndricas normalizadas de 4”x 8” y un total de 324 probetas que se describirá en el siguiente cuadro.

TABLA 3.45: CANTIDAD DE PROBETAS

Cantidad De Probetas										
Concreto	Concreto c/ aditivos sin PS 1era Prueba	Concreto c/ aditivos sin PS 2da Prueba	Concreto c/ aditivos sin PS 3ra Prueba	Concreto c/ aditivos sin PS 4ta Prueba	Concreto c/ aditivos sin PS 5ta Prueba	Concreto c/ aditivos C/PS al 0.05 %	Concreto c/ aditivos C/PS al 0.10 %	Concreto c/ aditivos C/PS al 0.15 %	Concreto c/ aditivos C/PS al 0.20 %	SUB TOTAL
<b>Método ACI</b>										
7 días	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
14 días	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
28 días	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
<b>Método Combinación de Agregados</b>										
7 días	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
14 días	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
28 días	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
TOTAL	36	36	36	36	36	36	36	36	36	324

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Mostrando la cantidad de probetas necesarias para la experimentación a los ensayos de ruptura donde C/PS se refiere a probetas con polímeros Superabsorbentes en los diferentes porcentajes (0.025%, 0.050% 0.075% y 0.1%.

#### ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO

Norma

- NTP 339.036 , ASTM C172M

### Equipo

- Trompo
- Carretilla
- Pala
- Balde
- Probeta Graduada
- Balanza

### Procedimiento

- Previamente se preparó los componentes de la mezcla en baldes debidamente pesados; los agregados, cemento y el agua debidamente medida en volumen.



FIGURA 3.2: PREPARACIONJ DE AGREGADOS

- Antes de usar el trompo se hizo la debida limpieza para retirar impurezas que puedan afectar la mezcla y se humedeció debidamente la mezcladora.
- Se inicia la rotación de la mezcladora añadiendo los agregados empezando por el agregado grueso, luego el fino y el cemento; a esta mezcla de agregados y cemento se agregara aproximadamente el 60% de agua para realizar la correcta mezcla dejando no menos de 1 un minuto en mezcla. Ahora se agregó los aditivos previamente medidos en el caso de la microsilice en peso y el superplastificante en volumen de acuerdo a cada diseño; primero se agregara microsilice (SIKAFUME).

- Teniendo cuidado de que este no se adhiriera a las paredes de la mezcladora dando también aproximadamente un minuto de mezclado. Ahora el resto de agua que es el 40% de agua que queda se mezclara con el superplastificante (SIKAMENTE 306) dosificando el agua a media que la mezcla va soltándose y retirando la mezcla pegada a las paredes y obtener una mezcla homogénea.



FIGURA 3.3: ELABORACION DE LA MEZCLA

- La mezcla de concreto se colocó en una carretilla previamente humedecida y limpia para poder realizar los ensayos en concreto fresco y la fabricación de probetas.



FIGURA 3.4: ADITIVO MICROSILICE



FIGURA 3.5: MEZCLA DE CONCRETO EN CARETILLA



FIGURA 3.6: POLIMEROS SUPERABSORBENTES NO SATURADOS



FIGURA 3.7: POLIMEROS SUPERABSORBENTES SATURADOS

### 3.2.7. ELABORACIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

Norma

- NTP 339.183, ASTM C-192

Equipo

- Moldes metálicos cilíndricos de 4''x 8''
- Varilla metálica lisa de 5/8'' de diámetro con punta redondeada de 30 cm de longitud
- Pala
- Plancha metálica
- Desmoldante
- Martillo de Goma
- Cucharón

### Procedimiento

- Se prepararan los moldes cilíndricos , una limpieza previa para eliminar impurezas y la superficie interior se lubricara con Desmoldante sin excedentes que pudieras alterar la mezcla.
- Colocar los moldes en una superficie plana horizontal.
- Colocaremos el concreto en los moldes se dividirá la altura del molde en tres capas dividiendo cada capa empezando por la primera una vez relleno se procederá a la eliminación de vacíos procediendo a dar golpes helicoidales 25 veces con la varilla metálica y después 12 golpes alrededor del molde con el martillo de goma ; de misma manera en la segunda capa y tercera capa
- En la última capa se dejará un excedente para lograr un correcto asentamiento y eliminar los vacíos
- Una vez terminado el llenado de probetas se procederá al enrase de probetas con una plancha metálica procurando ser la superficie más lisa posible.



FIGURA 3.8: ELABORACION DE PROBETAS

### 3.2.8. CURADO POR INMERSIÓN

Norma

- NTP 339.183, ASTM C-192

Procedimiento

- Se procedió a desmoldar cada probeta después de aproximadamente 24 horas después del vaciado, se procede a rotular las probetas poniendo el tipo de diseño y la fecha.
- Cada probeta rotulada se depositara con cuidado de no golpearlas en un recipiente de solución de agua saturada con cal ; aproximadamente 3 gramos de cal por cada litro de agua , siendo el agua potable apta para el consumo humano y debe cubrir la totalidad de la superficie de las probetas.

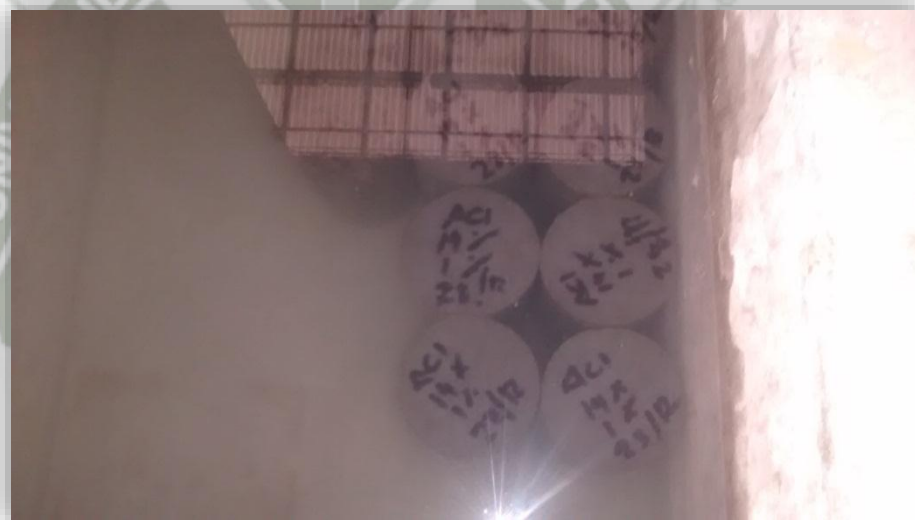


FIGURA 3.9: CURADO SUMERGIDO EN LA PISCINA

### 3.2.9. ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO

#### 3.2.9.1. *Ensayo de Consistencia de Concreto*

Norma

- NTP 339.035, ASTM C -143

#### Equipo

- Cono de Abrams
- Varilla de 5/8'' lisa con punta redondeada de 30 cm de longitud
- Base metálica
- Cucharon
- Wincha

#### Procedimiento

- Se prepara el equipo dando una limpieza para eliminar impurezas y humedecerlo tanto el cono como la base metálica.
- Se colocó el cono encima de la plancha metálica sosteniendo el cono con los pies en los estribos de apoyo a sus costados
- Se llenó el molde de la misma forma que las probetas, dividiendo el cono en tres partes para su correcto varillado helicoidal teniendo cuidado que cada varillado debe estar en la misma capa que se compacta no pasando por ejemplo en el varillado de la tercera capa a la segunda.
- En la última capa se colocó un excedente de concreto para que el varillado se haga el enrasado.
- Una vez el cono esté listo enrasado y liberado de vacíos; se retiró el cono en una dirección vertical sin ningún movimiento de torsión o lateral que pueda alterar el asentamiento del cono en no más de 5 segundos.

- Finalmente una vez retirado el molde se produce un asentamiento uniforme si hicimos el paso anterior correctamente, caso contrario volver a realizar el ensayo, y se mide el asentamiento en pulgadas en relación a la altura del cono volteado ayudándonos con la varilla de compactación.



FIGURA 3.10: PRESENTACION DE SLUMP

### 3.2.9.2. Ensayo de Temperatura Interna del Concreto

#### Norma

- NTP 339.184:2013.

#### Equipo

- Probetas de concreto de 4''x8''
- Termómetro digital

#### Procedimiento

- Una vez fabricada las probetas de concreto se colocara el termómetro en el centro de la probeta a una altura media para realizar las mediciones de temperatura.
- Se tomó lectura de la temperatura las primeras 5 horas para detectar las variaciones.
- Se fue más cuidadoso en las lecturas de la temperatura en los concretos adicionados con los polímeros para notar la variación.



FIGURA 3.11: LECTURA DE TEMPERATURA INTERNA DE CONCRETO

### 3.2.9.3. Ensayo de Peso Unitario del Concreto

#### Norma

- NTP 339.046, ASTM C-138

#### Equipo

- Recipiente metálico
- Varilla Compactadora de 5/8" lisa de punta redondeada
- Martillo de goma
- Cucharón
- Balanza

#### Procedimiento

- Hacer las mediciones para calcular el volumen y el peso del recipiente.
- Hacer el llenado del molde de la misma forma que se llenó las probetas 25 golpes de varillado helicoidal y los 12 golpes con el martillo distribuido en tres capas y luego de eso se procedió el enrasado al molde.
- Se determinará el peso del recipiente lleno de concreto

### Cálculos

Para calcular Peso Unitario del concreto se restara el peso del recipiente al peso del recipiente del concreto y luego se dividió entre el volumen interno del recipiente con la siguiente formula

$$PU_{concr} = \frac{W_{Cr}}{V_r}$$

Donde

W<sub>cr</sub>: Peso del Concreto

V<sub>r</sub>: Volumen del recipiente

## 3.2.10. ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

### 3.2.10.1. Ensayo de compresión simple

Norma

- NTP 339.034, ASTM C – 39

Equipo

- Prensa Hidráulica para compresión simple
- Tapas de neopreno
- Placas metálicas de acero
- Micrómetro

Procedimiento

- Lo primero se seleccionó las probetas ensayadas ayudadas por la rotulación.
- Con ayuda del micrómetro se dio lectura a las medidas del diámetro en dos diferentes sitios en ángulos rectos para posteriormente calcular el área de la sección circular.
- Se procede a preparar la prensa con las planchas metálicas y luego colocar las tapas de neopreno en la probeta.

- En la prensa se procede a ensayar cada probeta hasta su ruptura y tomar lectura a la presión dada en la máquina para calcular la resistencia.

Cálculos

Para calcular la resistencia a la compresión se utiliza la siguiente formula

$$F'c = \frac{P}{A}$$

Dónde:

F'c= Resistencia a la Compresión del Concreto ( Kg/cm<sup>2</sup>)

P: Máxima Carga Aplicada

A: Área de Sección en Cm<sup>2</sup>



FIGURA 3.12: PROBETA EN PRENSA HIDRAULICA

## CAPITULO 4

### 4. ANALISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS EN CONCRETO FRESCO

##### 4.1.1.1. ENSAYO DE ASENTAMIENTO (CONO DE ABRAMS)

Para el diseño original se estimó una mezcla seca con un asentamiento inicial 1'' a 2'' sin aditivos, en cuanto se adiciono los aditivos siendo afectando directamente al asentamiento el superplastificante dando una mezcla de mayor slump al diseñado inicialmente, dando mayor fluidez y trabajabilidad a la mezcla. Cabe resaltar que al agregar los polímeros al tener agua saturada varia el slump inicial convirtiéndolo en uno mayor al concreto con aditivos variando directamente al porcentaje de Polímeros Superabsorbentes.



FIGURA 4.1: ENSAYO DE ASENTAMIENTO CON POLIMEROS

En el siguiente cuadro se mostrara la variación del slump de acuerdo al concreto sin polímeros Supe plastificante.

TABLA 4.1: ASENTAMIENTOS DE MEZCLAS SIN POLIMEROS

Tipo de Concreto	Fecha de Vaciado	Slump	
		Asentamiento	
Diseño ACI 8% y 1% SP	23/12/2016	3 Pulg.	3.25 Pulg.
		3.5 Pulg.	
Diseño ACI 10% y 0.75% SP	27/12/2016	2 Pulg.	2.25 Pulg.
		2.5 Pulg.	
Diseño ACI 12% y 0.50% SP	28/12/2016	1.5 Pulg.	1.75 Pulg.
		2 Pulg.	
Diseño MF 8% y 1% SP	23/12/2016	2 Pulg.	2.25 Pulg.
		2.5 Pulg.	
Diseño MF10% y 0.75% SP	27/12/2016	2 Pulg.	1.75 Pulg.
		1.5 Pulg.	
Diseño MF 12% y 0.50% SP	28/12/2016	2 Pulg.	1.75 Pulg.
		1.5 Pulg.	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se muestra en el cuadro que la mezcla de concreto es muy seca cuando el Superplastificante es menor a 1% por eso se concluye que el 1% del peso del cemento de adición de Superplastificante es la proporción adecuada a trabajar.

TABLA 4.2: ASENTAMIENTOS DE MEZCLAS CON POLIMEROS

Tipo de Concreto	Fecha de Vaciado	Slump	
		Asentamiento	
Diseño ACI 4% y 1% SP	29/12/2016	3.5 Pulg.	3.25 Pulg.
		3 Pulg.	
Diseño ACI 2% y 0.75% SP	30/12/2016	4 Pulg.	4.25 Pulg.
		4.5 Pulg.	
Diseño MF 4% y 1% SP	29/12/2016	3.5 Pulg.	3.5 Pulg.
		3.5 Pulg.	
Diseño MF 2% y 0.75% SP	30/12/2016	5 Pulg.	4.5 Pulg.
		4 Pulg.	
Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.05%	01/01/2017	5 Pulg.	5.5 Pulg.
		6 Pulg.	
Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.025%	02/01/2017	5 Pulg.	4.75 Pulg.
		4.5 Pulg.	
Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.075%	03/01/2017	6 Pulg.	6.5 Pulg.
		7 Pulg.	
Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.10%	04/01/2017	7.5 Pulg.	7.75 Pulg.
		8 Pulg.	
Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.05%	01/01/2017	6 Pulg.	5.75 Pulg.
		5.5 Pulg.	
Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.025%	02/01/2017	5.5 Pulg.	5 Pulg.
		4.5 Pulg.	
Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.075%	03/01/2017	6 Pulg.	6.25 Pulg.
		6.5 Pulg.	
Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.10%	04/01/2017	8.5 Pulg.	8 Pulg.
		7.5 Pulg.	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Al mostrar las lecturas de slump en el siguiente cuadro se resalta el resultado del diseño ACI óptimo para la resistencia necesaria con slump inicial de 3.25 Pulg. Siendo el punto de partida para las variaciones en porcentaje descritas en el siguiente cuadro.

#### 4.1.1.2. DISEÑO ACI

TABLA 4.3: ASENTAMIENTOS DE MEZCLAS CON POLIMEROS DISEÑO ACI  
VARIACION PORCENTUAL

Tipo de Concreto	Slump	Variación
Diseño ACI 4% y 1% SP	3.25 Pulg.	-
Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.025%	4.75 Pulg.	46.15%
Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.050%	5.5 Pulg.	69.23%
Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.075%	6.5 Pulg.	100.00%
Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.10%	7.75 Pulg.	138.46%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el cuadro se ve la variación de Slump en porcentaje tomando como base el diseño sin polímeros Superplastificantes dando una variación que va de 11% hasta 88.24% siendo este al 0.10 % de peso de cemento.

#### 4.1.1.3. DISEÑO MODULO DE FINEZA

**TABLA 4.4: ASENTAMIENTOS DE MEZCLAS CON POLIMEROS DISEÑO  
ACI VARIACION PORCENTUAL**

Tipo de Concreto	Slump	Variación
Diseño MF 4% y 1% SP	3.5 Pulg.	-
Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.025%	5 Pulg.	42.86%
Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.050%	5.75 Pulg.	64.29%
Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.075%	6.25 Pulg.	78.57%
Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.10%	8 Pulg.	128.57%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el cuadro se ve la variación de Slump en porcentaje tomando como base el diseño sin polímeros Superplastificantes dando una variación que va de 11% hasta 77.78% siendo este al 0.10 % de peso de cemento .

La adición de polímeros Superabsorbentes es directamente proporcional al incremento del asentamiento lo cual hace que la mezcla del concreto sea más trabajable pero con adiciones mayores a 0.10 % el asentamiento produce segregación en la mezcla.

#### 4.1.2. TEMPERATURA DEL CONCRETO

Se realizó lectura de la temperatura del concreto durante 4 horas una vez fabricada las probetas de concreto considerando una análisis comparativo del concreto sin polímeros Superabsorbentes variando las muestras con las diferentes adiciones de polímeros de 0.025% , 0.05% , 0.075 y 0.10% para cada diseño mostrados en los siguientes cuadros.

##### 4.1.2.1. DISEÑO ACI

Control de Temperatura Interna de concreto Diseño ACI optimo sin adición de polímeros.

TABLA 4.5: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP

Diseño ACI 4% y 1% SP	
Horas	Temperatura
1	16.5
2	17.2
3	18.0
4	17.6

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Control de Temperatura Interna de concreto Diseño ACI optimo con adición de polímeros al 0.025%.

TABLA 4.6: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP CON POLIMEROS AL 0.025%

Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.025%	
Horas	Temperatura
1	15.6
2	16.0
3	16.4
4	15.8

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Control de Temperatura Interna de concreto Diseño ACI optimo con adición de polímeros al 0.050%.

TABLA 4.7: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP  
CON POLIMEROS AL 0.050%

Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.050%	
Horas	Temperatura
1	15.4
2	15.8
3	16.3
4	16.0

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Control de Temperatura Interna de concreto Diseño ACI optimo con adición de polímeros al 0.075%.

TABLA 4.8: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP  
CON POLIMEROS AL 0.075%

Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.075%	
Horas	Temperatura
1	15.3
2	15.9
3	16.5
4	16.1

FUENTE: ELABORACION PROPIA

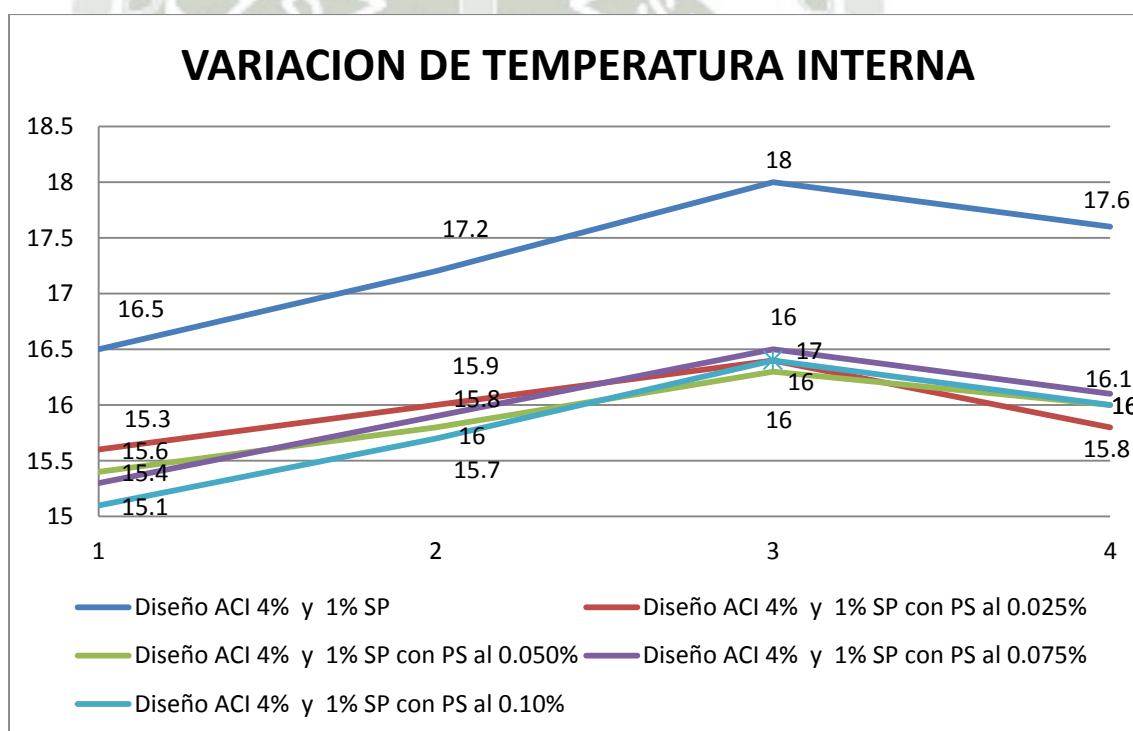
Control de Temperatura Interna de concreto Diseño ACI optimo con adición de polímeros al 0.10%.

TABLA 4.9: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA ACI 4% MC Y 1% SP CON POLIMEROS AL 0.10%

Diseño ACI 4% y 1% SP con PS al 0.10%	
Horas	Temperatura
1	15.1
2	15.7
3	16.4
4	16.0

FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 4.1: VARIACION DE TEMPERATURA - ACI



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En los cuadros se muestra la variación de temperatura interna de los diseños de mezclas tanto con polímeros Superabsorbentes así como el concreto del diseño optimo (denominándose a si pues es el diseño que nos dará la resistencia a la compresión para el diseño) de las diferentes mezclas con polímeros se puede observar que las temperaturas internas no tienen una gran variación en los diferentes porcentajes , pero caso contrario pasa en la comparación del concreto sin polímero al diseño optimo dando una variación máxima de 2 grados en la tercera hora.

#### 4.1.2.2. DISEÑO POR COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Control de Temperatura Interna de concreto Diseño por Combinación de agregados optimo sin adición de polímeros.

TABLA 4.10: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA SIN POLIMEROS

Diseño MF 4% y 1% SP	
Horas	Temperatura
1	16.6
2	17.1
3	17.9
4	17.5

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Control de Temperatura Interna de concreto Diseño por Combinación de agregados optimo con adición de polímeros al 0.025%.

TABLA 4.11: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA CON POLIMEROS AL 0.025%

Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.025%	
Horas	Temperatura
1	15.5
2	16.2
3	16.7
4	16.2

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Control de Temperatura Interna de concreto Diseño por Combinación de agregados optimo con adición de polímeros al 0.050%.

TABLA 4.12: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA CON POLIMEROS AL 0.050%.

Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.050%	
Horas	Temperatura
1	15.7
2	16.3
3	16.8
4	16.1

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Control de Temperatura Interna de concreto Diseño por Combinación de agregados optimo con adición de polímeros al 0.075%.

TABLA 4.13: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA CON POLIMEROS AL 0.075%

Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.075%	
Horas	Temperatura
1	15.4
2	15.8
3	16.4
4	16.0

FUENTE: ELABORACION PROPIA

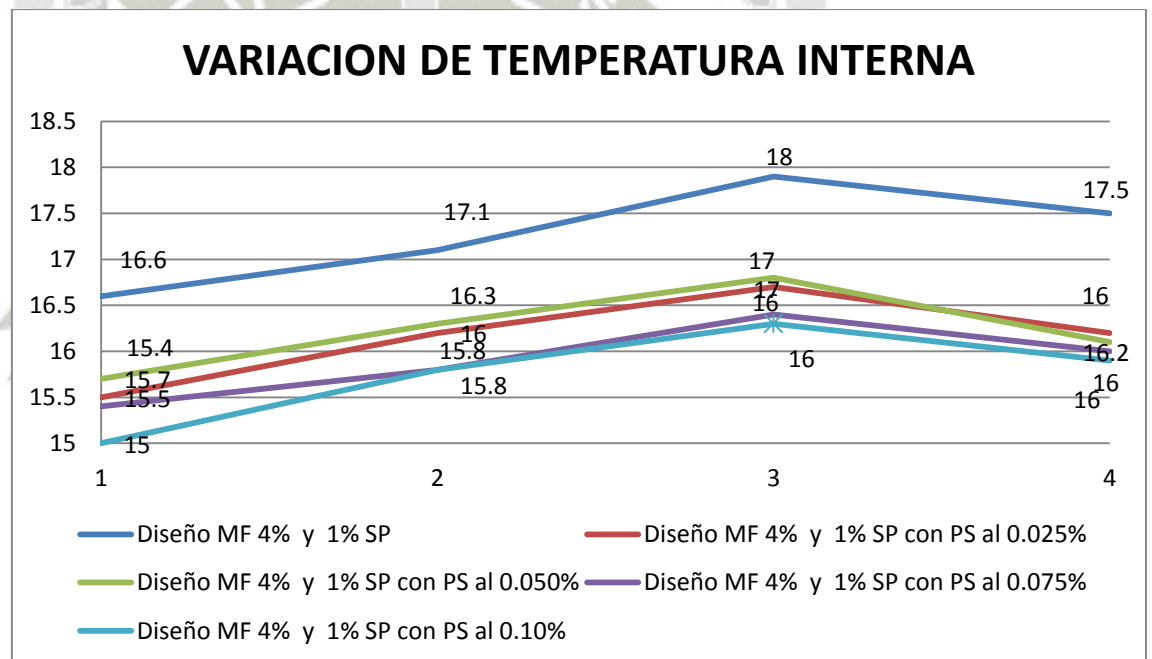
Control de Temperatura Interna de concreto Diseño por Combinación de agregados optimo con adición de polímeros al 0.10%.

TABLA 4.14: LECTURA DE TEMPERATURAS POR HORA CON POLIMEROS AL 0.10%.

Diseño MF 4% y 1% SP con PS al 0.10%	
Horas	Temperatura
1	15.0
2	15.8
3	16.3
4	15.9

FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 4.2: VARIACION DE TEMPERATURA – COMB AGREGADOS



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En los cuadros se muestra la variación de temperatura interna de los diseños de mezclas tanto con polímeros Superabsorbentes así como el concreto del diseño óptimo (denominándose a si pues es el diseño que nos dará la resistencia a la compresión para el diseño) de las diferentes mezclas con polímeros se puede observar que las temperaturas internas no tienen una gran variación en los diferentes porcentajes , pero caso contrario pasa en la comparación del concreto sin polímero al diseño óptimo dando una variación máxima de 2 grados en la tercera hora. Siendo similar al diseño por ACI.



FIGURA 4.2: LECTURA DE TEMPERATURA INTERNA DEL CONCRETO

#### 4.1.3. PESO UNITARIO DE LA MEZCLA DE CONCRETO

Este ensayo busca determinar el peso unitario de la mezcla de concreto y sus variaciones en la adición de polímeros Superabsorbentes. En un recipiente normado se fabricó una probeta de la misma manera que una probeta normal, tres capas, varillado y compactado; se pesara el recipiente normado con mezcla y sin mezcla, de la misma forma se hallara el volumen del recipiente; dividiendo los dos valores obtendremos el peso unitario [Kg/m<sup>3</sup>].

Volumen del Recipiente

$$V = \left( \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot h$$

Donde

V: volumen del recipiente

d: diámetro del recipiente

h: altura del recipiente

Peso unitario del Concreto

$$PU = \frac{W}{V}$$

Donde

W: (Peso Total – Peso del Recipiente)

V: Volumen del recipiente

PU: Peso Unitario del Concreto

#### 4.1.3.1. DISEÑO ACI

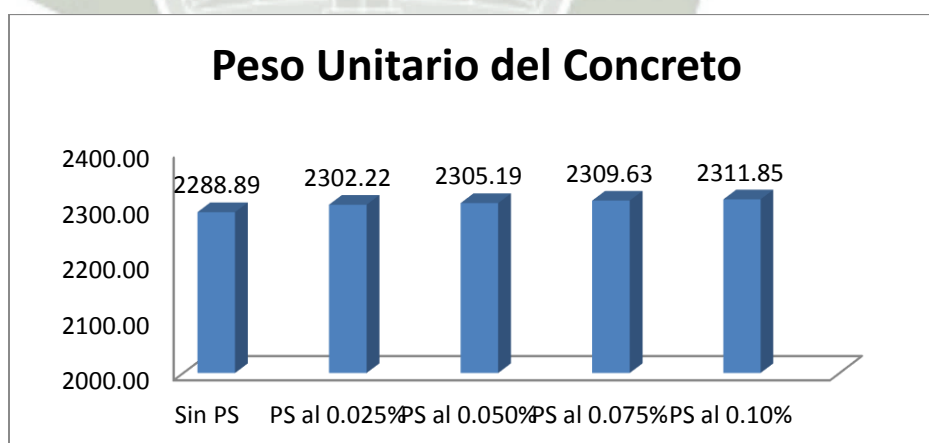
Resultados del Peso Unitario del Concreto

TABLA 4.15: PESOS UNITARIOS DE LA MEZCLA ADICIONANDO POLIMEROS DISEÑO ACI

Tipo de Mezcla	Peso de la Mezcla [Kg]	Volumen [m3]	Peso Unitario [kg/m3]
Sin PS	15.45	0.00675	2288.89
PS al 0.025%	15.54	0.00675	2302.22
PS al 0.050%	15.56	0.00675	2305.19
PS al 0.075%	15.59	0.00675	2309.63
PS al 0.10%	15.605	0.00675	2311.85

FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 4.3: VARIACION DE PESOS UNITARIOS DISEÑO ACI



FUENTE: ELABORACION PROPIA

TABLA 4.16: VARIACION PORCENTUAL DE PESOS UNITARIOS DISEÑO  
ACI

Tipo de Mezcla	Variación de PU
Sin PS	--
PS al 0.025%	0.58%
PS al 0.050%	0.71%
PS al 0.075%	0.91%
PS al 0.10%	1.00%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En las tablas se puede observar los resultados del peso unitario del concreto mostrando que la variación entre los diferentes tipos de mezclas siendo la mayor variabilidad del 1%.

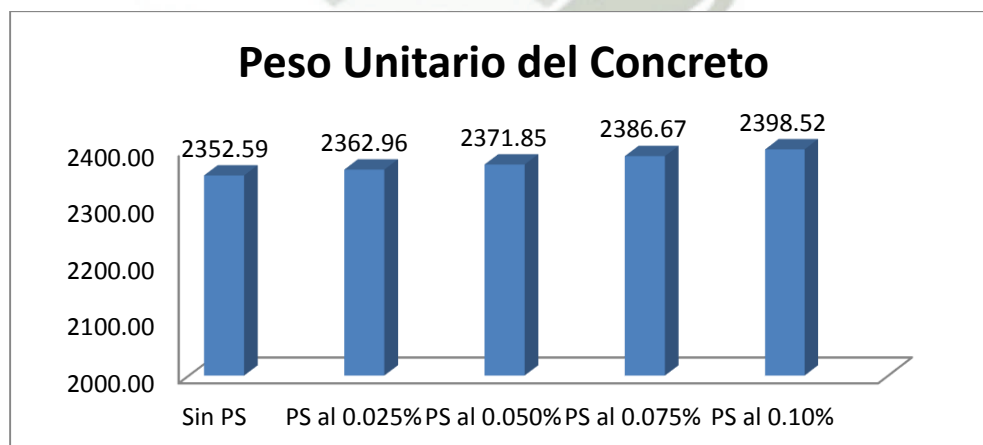
DISEÑO POR COMBINACIÓN DE AGREGADOS

TABLA 4.17: PESOS UNITARIOS DE LA MEZCLA ADICIONANDO POLIMEROS POR COMBINACION DE AGREGADOS

Tipo de Mezcla	Peso de la Mezcla [Kg]	Volumen [m3]	Peso Unitario [kg/m3]
Sin PS	15.88	0.00675	2352.59
PS al 0.025%	15.95	0.00675	2362.96
PS al 0.050%	16.01	0.00675	2371.85
PS al 0.075%	16.11	0.00675	2386.67
PS al 0.10%	16.19	0.00675	2398.52

FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 4.4: VARIACION DE PESOS UNITARIOS POR COMBINACION DE AGREGADOS



FUENTE: ELABORACION PROPIA

TABLA 4.18: VARIACION PORCENTUAL DE PESOS UNITARIOS POR  
COMBINACION DE AGREGADOS

Tipo de Mezcla	Variación de PU
Sin PS	--
PS al 0.025%	0.44%
PS al 0.050%	0.82%
PS al 0.075%	1.45%
PS al 0.10%	1.95%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En las tablas se puede observar los resultados del peso unitario del concreto mostrando que la variación entre las diferentes tipos de mezclas siendo la mayor variabilidad del 1.95%.

## 4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS EN CONCRETO ENDURECIDO

### 4.2.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se ensayó todas las probetas fabricadas para esta investigación haciendo un análisis comparativo entre el diseño óptimo para la resistencia buscada (350 Kg/cm<sup>2</sup>) y la utilización de polímeros Superabsorbentes su variabilidad en los diferentes porcentajes utilizados en la mezcla.



FIGURA 4.3: PROBETAS DE CONCRETO

#### 4.2.1.1. DISEÑO ACI

Cuadro Resumen de resultados del ensayo de resistencia a las compresiones.

TABLA 4.19: RESULTADOS DE ENSAYO A LA RESITENCIA A LA COMPRESION DISEÑO ACI.

Tipo de Mezcla	Promedio de resistencia a la compresión		
	7 días	14 días	28 días
Sin PS	251.06	303.93	357.57
PS al 0.025%	276.23	335.42	375.86
PS al 0.050%	205.26	249.25	279.29
PS al 0.075%	157.17	190.85	213.85
PS al 0.10%	135.50	164.54	184.38

FUENTE: ELABORACION PROPIA

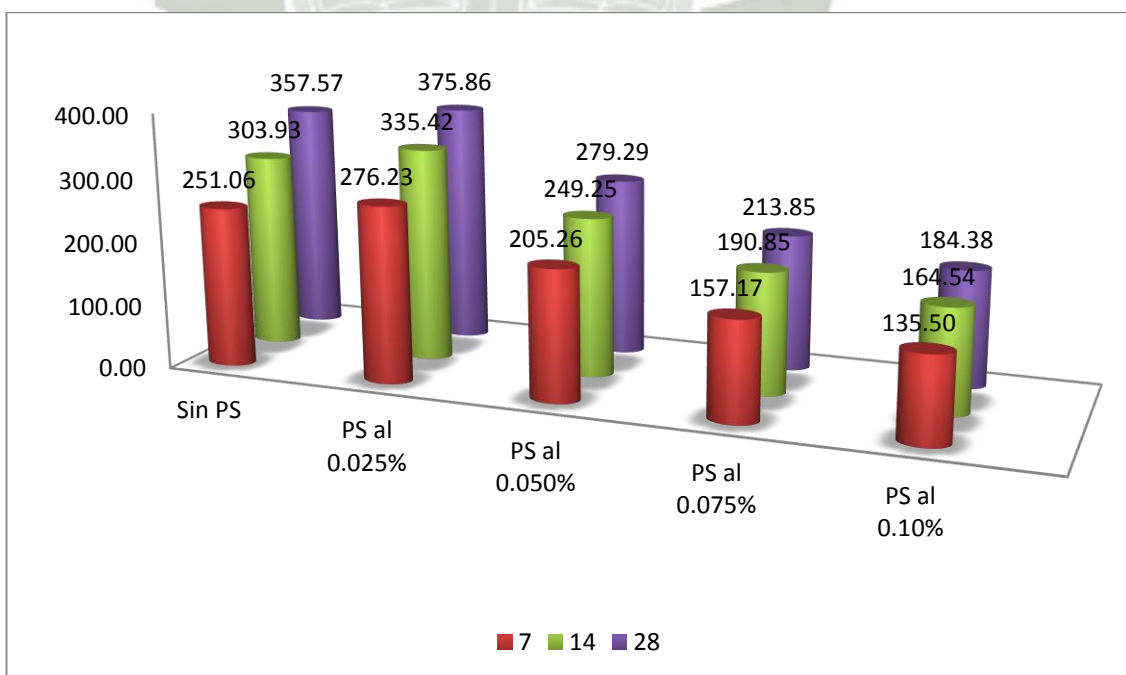
Porcentaje de Variación con adición de Polímeros Superabsorbentes

TABLA 4.20: VARIACION PORCENTUAL DE RESULTADOS DE ENSAYO A LA COMPRESION DISEÑO ACI.

Tipo de Mezcla	Variación de Resistencia		
	7 días	14 días	28 días
Sin PS	251.06	303.93	357.57
PS al 0.025%	10.03%	10.36%	5.11%
PS al 0.050%	-18.24%	-17.99%	-21.89%
PS al 0.075%	-37.40%	-37.21%	-40.19%
PS al 0.10%	-46.03%	-45.86%	-48.44%

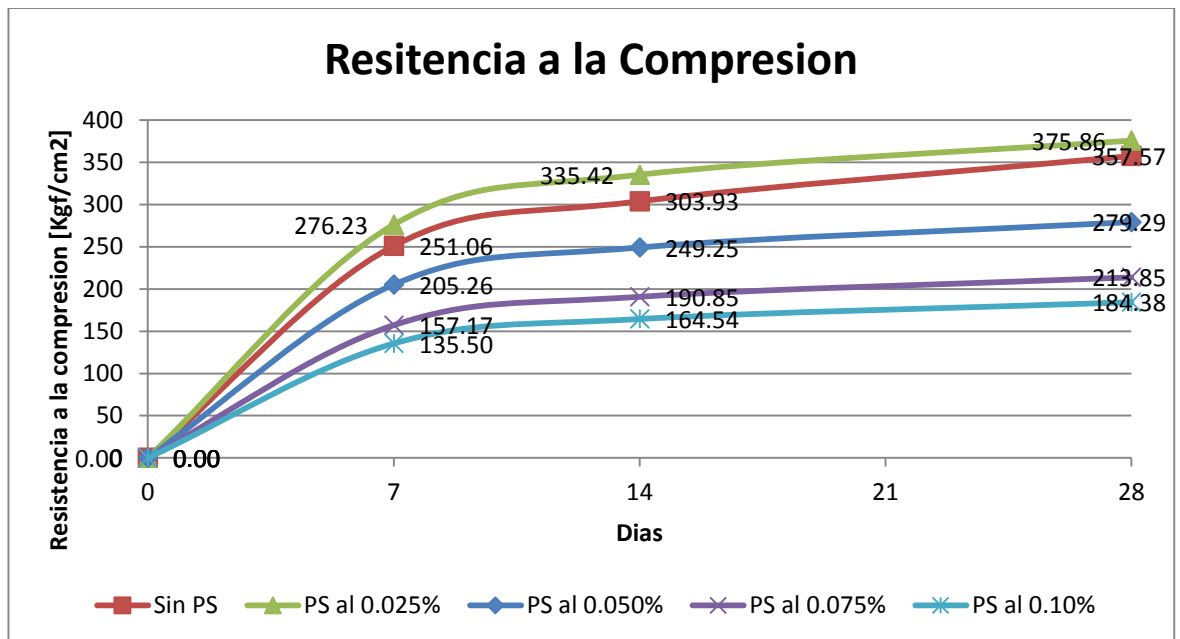
FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 4.5: RESULTADOS DE ENSAYO A LA COMPRESION DISEÑO ACI



FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 4.6: RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL TIEMPO DISEÑO ACI



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

En el grafico se muestra la resistencia adquirida por cada diseño de mezclas con polímeros Superabsorbentes y sin estos, siendo la resistencia a los 7 días del concreto sin polímeros es de 251.06 Kgf/cm<sup>2</sup>, siendo comparado con los concretos utilizando polímeros de resistencias a la compresión de 276.23 kgf/cm<sup>2</sup>, 205.26 kgf/cm<sup>2</sup>, 157.17 kgf/cm<sup>2</sup>, 135.5 kgf/cm<sup>2</sup> para los porcentajes 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.1 % respectivamente.

La resistencia a la edad de 14 días concreto sin polímeros es de 303.93 Kgf/cm<sup>2</sup>, siendo comparado con los concretos utilizando polímeros de resistencias a la compresión de 335.42 kgf/cm<sup>2</sup>, 249.25 kgf/cm<sup>2</sup>, 190.85 kgf/cm<sup>2</sup>, 164.54 kgf/cm<sup>2</sup> para los porcentajes 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.1 % respectivamente.

La resistencia a la edad de 28 días concreto sin polímeros es de 357.57 Kgf/cm<sup>2</sup>, siendo comparado con los concretos utilizando polímeros de resistencias a la compresión de 375.86 kgf/cm<sup>2</sup>, 279.29 kgf/cm<sup>2</sup>, 213.85 kgf/cm<sup>2</sup>, 184.38 kgf/cm<sup>2</sup> para los porcentajes 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.1 % respectivamente.



FIGURA 4.4: PROBETAS DE CONCRETO ENSAYADAS



#### 4.2.1.2. DISEÑO POR COMBINACIÓN DE AGREGADOS

TABLA 4.21: RESULTADOS DE ENSAYO A LA RESITENCIA A LA COMPRESION DISEÑO COMBINACION DE AGREGADOS.

Tipo de Mezcla	Promedio de resistencia a la compresión		
	7 días	14 días	28 días
Sin PS	251.73	305.92	359.90
PS al 0.025%	279.28	339.12	380.00
PS al 0.050%	205.08	249.02	279.04
PS al 0.075%	163.79	198.89	222.87
PS al 0.10%	138.16	167.77	187.99

FUENTE: ELABORACION PROPIA

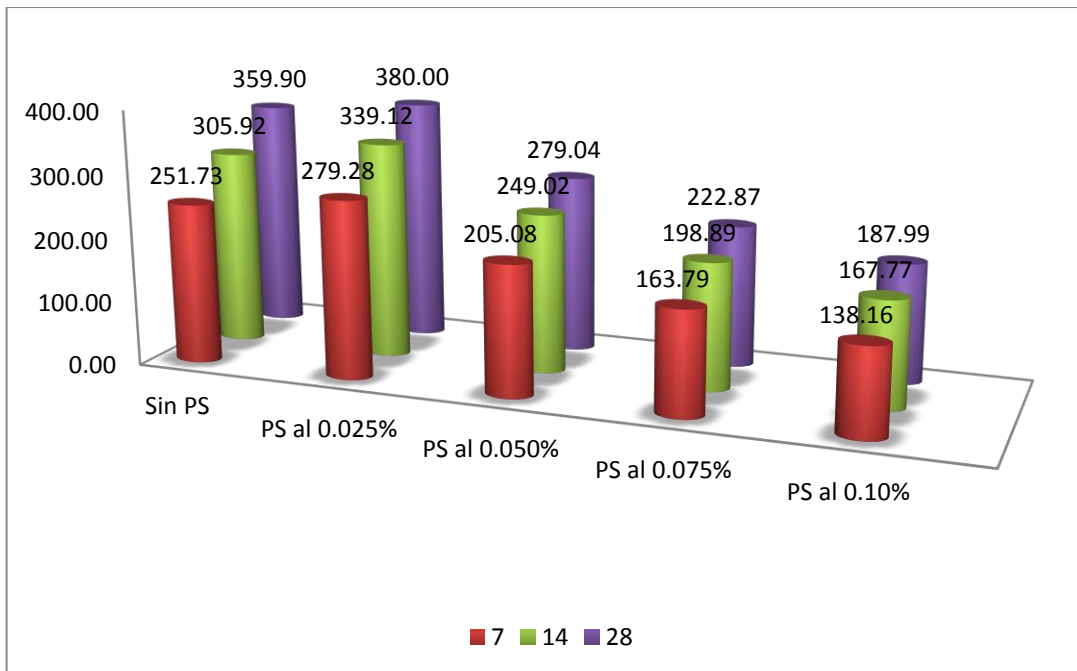
Porcentaje de Variación con adición de Polímeros Superabsorbentes

TABLA 4.22: VARIACION PORCENTUAL DE RESULTADOS DE ENSAYO A LA COMPRESION COMBINACION DE AGREGADOS

Tipo de Mezcla	Variación de Resistencia		
	7 días	14 días	28 días
Sin PS	251.73	305.92	359.90
PS al 0.025%	10.94%	10.85%	5.58%
PS al 0.050%	-18.53%	-18.60%	-22.47%
PS al 0.075%	-34.93%	-34.99%	-38.08%
PS al 0.10%	-45.11%	-45.16%	-47.77%

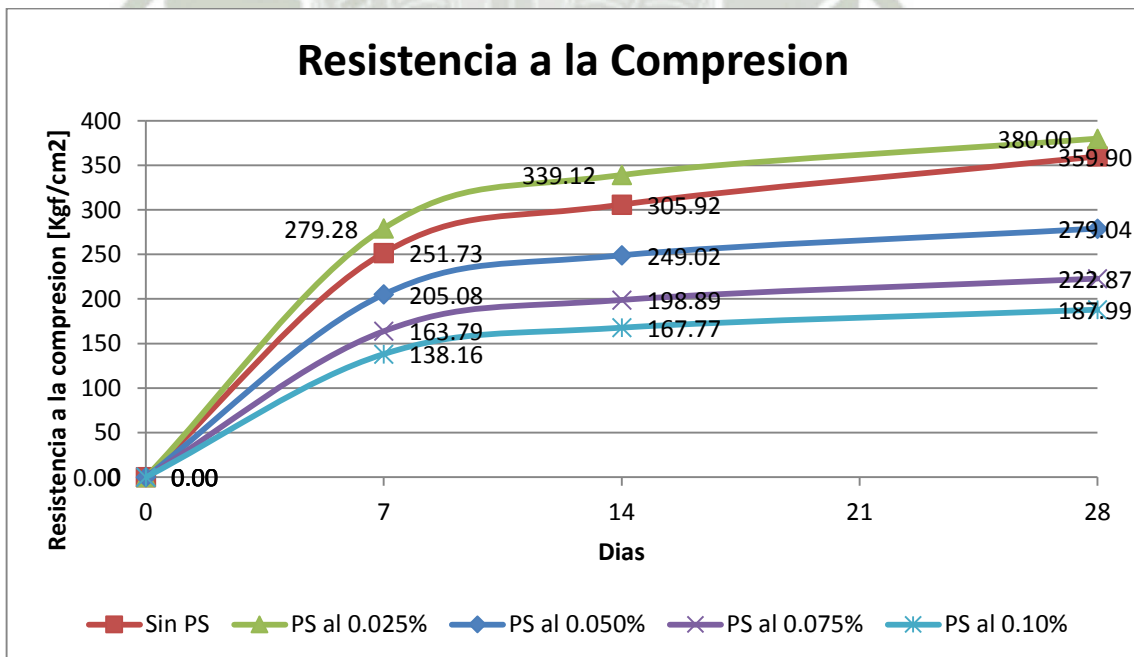
FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 4.7: RESULTADOS DE ENSAYO A LA COMPRESION COMBINACION DE AGREGADOS



FUENTE: ELABORACION PROPIA

GRAFICA 4.8: RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL TIEMPO COMBINACION DE AGREGADOS



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el grafico se muestra la resistencia adquirida por cada diseño de mezclas con polímeros Superabsorbentes y sin estos, siendo la resistencia a los 7 días del concreto sin polímeros es de 251.73 Kgf/cm<sup>2</sup>, siendo comparado con los concretos utilizando polímeros de resistencias a la compresión de 279.28 kgf/cm<sup>2</sup>, 205.08 kgf/cm<sup>2</sup>, 163.79 kgf/cm<sup>2</sup>, 138.16 kgf/cm<sup>2</sup> para los porcentajes 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.1 % respectivamente.

La resistencia a la edad de 14 días concreto sin polímeros es de 303.93 Kgf/cm<sup>2</sup>, siendo comparado con los concretos utilizando polímeros de resistencias a la compresión de 305.92 kgf/cm<sup>2</sup>, 249.02 kgf/cm<sup>2</sup>, 198.89 kgf/cm<sup>2</sup>, 167.77 kgf/cm<sup>2</sup> para los porcentajes 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.1 % respectivamente.

La resistencia a la edad de 28 días concreto sin polímeros es de 359.90 Kgf/cm<sup>2</sup>, siendo comparado con los concretos utilizando polímeros de resistencias a la compresión de 380.00 kgf/cm<sup>2</sup>, 279.04 kgf/cm<sup>2</sup>, 222.87 kgf/cm<sup>2</sup>, 187.99 kgf/cm<sup>2</sup> para los porcentajes 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.1 % respectivamente.

Con los siguientes resultados podemos afirmar que se muestra un mejor desempeño en cuanto al ensayo de resistencia a la compresión el diseño con 0.025% de Polímeros Superabsorbentes en comparación a la mezcla donde no se usaron dichos polímeros.

### 4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comprobar la certeza de los datos de los datos de resistencia a compresión son confiables se hizo análisis estadístico utilizando herramientas estadísticas como la desviación estándar, coeficiente de variación e interpretar los valores de acuerdo al siguiente cuadro.

TABLA 4.23: DISPERSION TOTAL Y ENTRE TESTIGOS

DISPERSION TOTAL					
Clase de Operación	Desviación Estándar para diferentes grados de control ( Kg/cm <sup>2</sup> )				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
Clase de Operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control ( % )				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en Obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en Laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

FUENTE:.. TÓPICOS DE TECNOLOGÍA CONCRETO ENRIQUE PASQUEL

#### 4.3.1. CALCULO DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

Esta es la distribución más usada para modelar este tipo de ensayos, proporcionando probabilidades binomiales a partir de la variable aleatoria particular siendo en este caso la resistencia a la compresión.

Dando la distribución por la siguiente función:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}}$$

Dónde:

$\sigma$  : Desviación Estándar

X: Variable aleatoria (Resistencia a la compresión)

U: Media

Se calculara cada uno de los parámetros y los datos que se tomaron en laboratorio seleccionando los datos de edad de 28 días.

#### 4.3.1.1. CONCRETO SIN POLÍMEROS SUPERABSORBENTES.

##### DISEÑO POR ACI

Datos para hallar los parámetros estadísticos

TABLA 4.24: DATOS ESTADISTICOS SIN POLIMEROS SUPERBASORBENTES - ACI

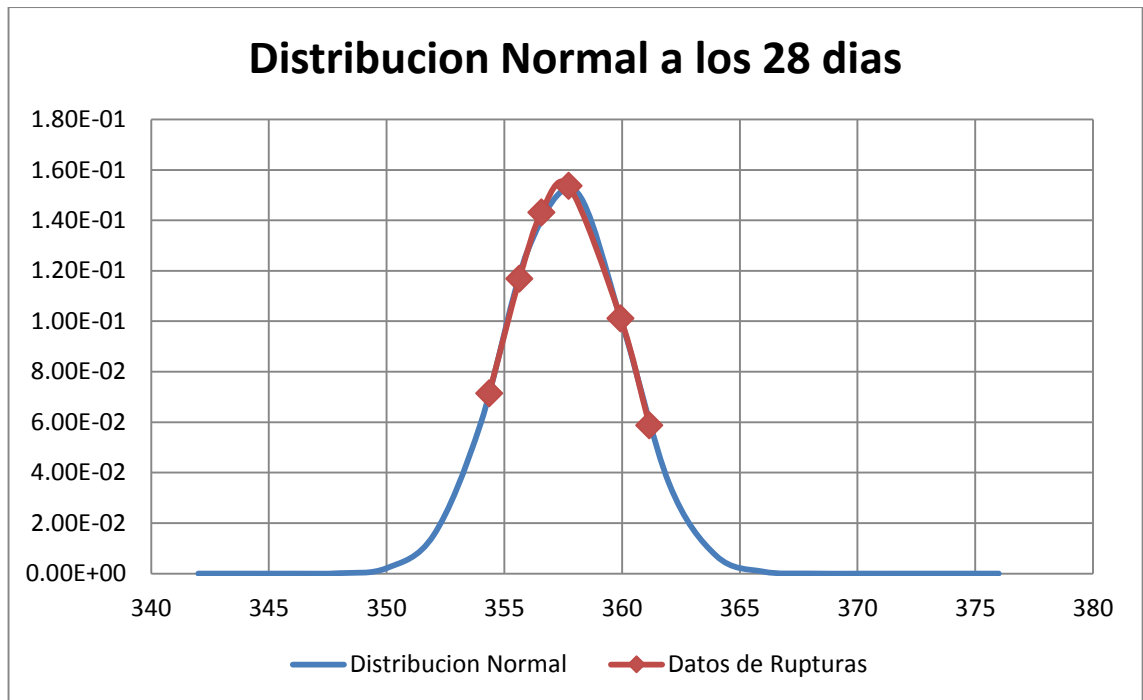
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
ACI 4% MC y 1% SP	265	361.16	Media	357.568
	266	357.73	Desviación Estándar	2.590
	267	359.94	Varianza	5.589
	268	354.36	Coeficiente de variación	0.724
	269	355.64		
	270	356.58		

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 2.59 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 0.724 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

**GRAFICA 4.9: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO SIN POLIMEROS SUPERABSORBENTES - ACI.**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

DISEÑO POR COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

Datos para hallar los parámetros estadísticos

**TABLA 4.25: DATOS ESTADISTICOS SIN POLIMEROS SUPERBASORBENTES – COMBINACION DE AGREGADOS**

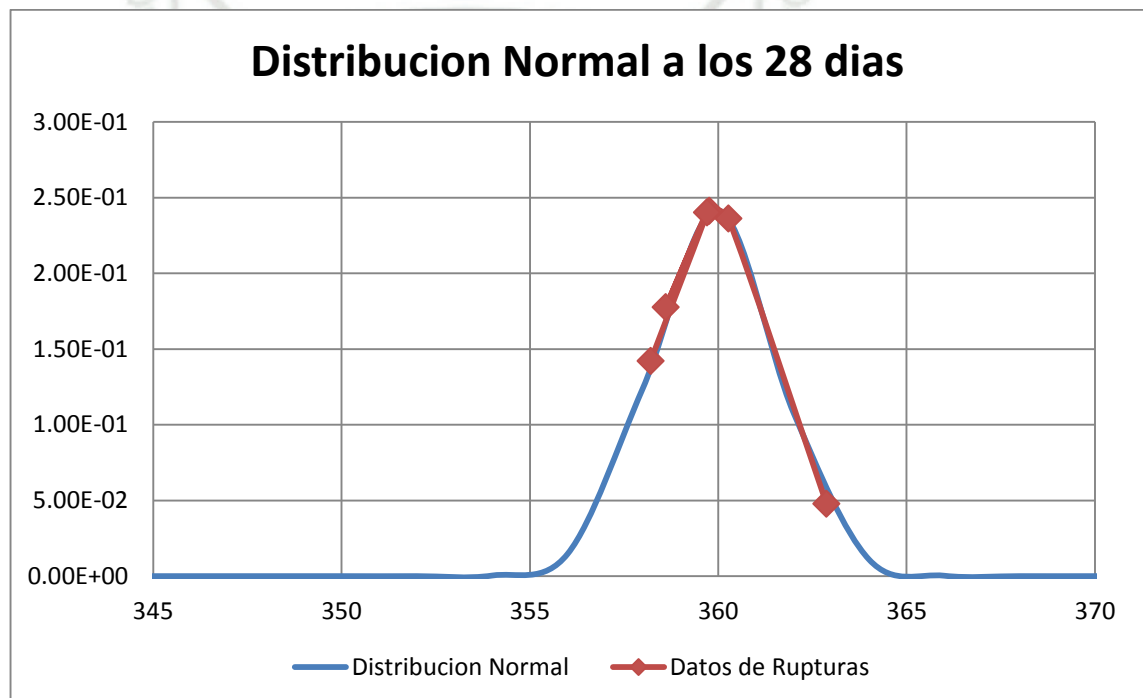
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
MF 4% MC y 1% SP	271	362.87	Media	359.904
	272	360.27	Desviación Estándar	1.648
	273	359.77	Varianza	2.264
	274	358.61	Coeficiente de variación	0.458
	275	359.70		
	276	358.20		

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 1.648 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 0.458 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

GRAFICA 4.10: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO SIN POLIMEROS SUPERABSORBENTES – COMB. AGREGADOS.



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

#### 4.3.1.2. CONCRETO CON POLÍMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025%

##### DISEÑO POR ACI

Datos para hallar los parámetros estadísticos

TABLA 4.26: DATOS ESTADÍSTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% – ACI

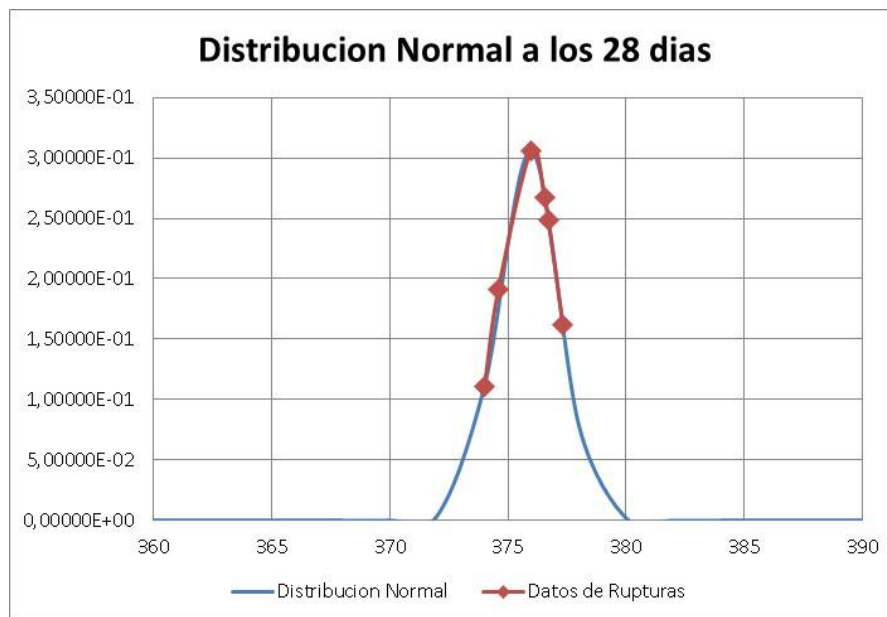
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
ACI con SAP al 0.025%	289	377.33	Media	375.856
	290	376.70	Desviación Estándar	1.298
	291	375.97	Varianza	1.403
	292	374.00	Coeficiente de variación	0.345
	293	374.59		
	294	376.55		

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 1.298 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 0.345 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

GRAFICA 4.11: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025%- ACI.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

DISEÑO POR COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

Datos para hallar los parámetros estadísticos

TABLA 4.27: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% – COMB. AGREGADOS.

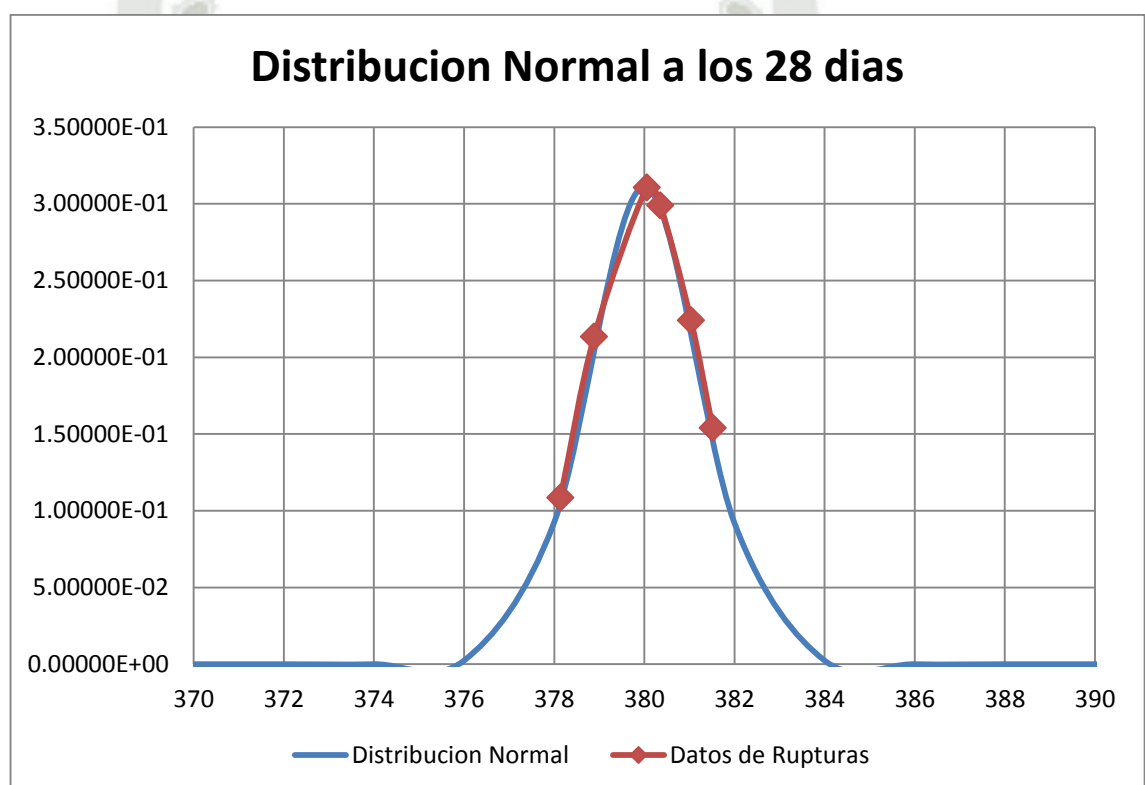
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
MF con SAP al 0.025%	295	381.04	Media	379.998
	296	380.05	Desviación Estándar	1.283
	297	378.88	Varianza	1.371
	298	378.14	Coeficiente de variación	0.338
	299	381.52		
	300	380.36		

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 1.288 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 0.338 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

GRAFICA 4.12: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% - COMB. AGREGADOS.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

### 4.3.1.3. CONCRETO CON POLÍMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050%

DISEÑO ACI

Datos para hallar los parámetros estadísticos

TABLA 4.28: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% – ACI

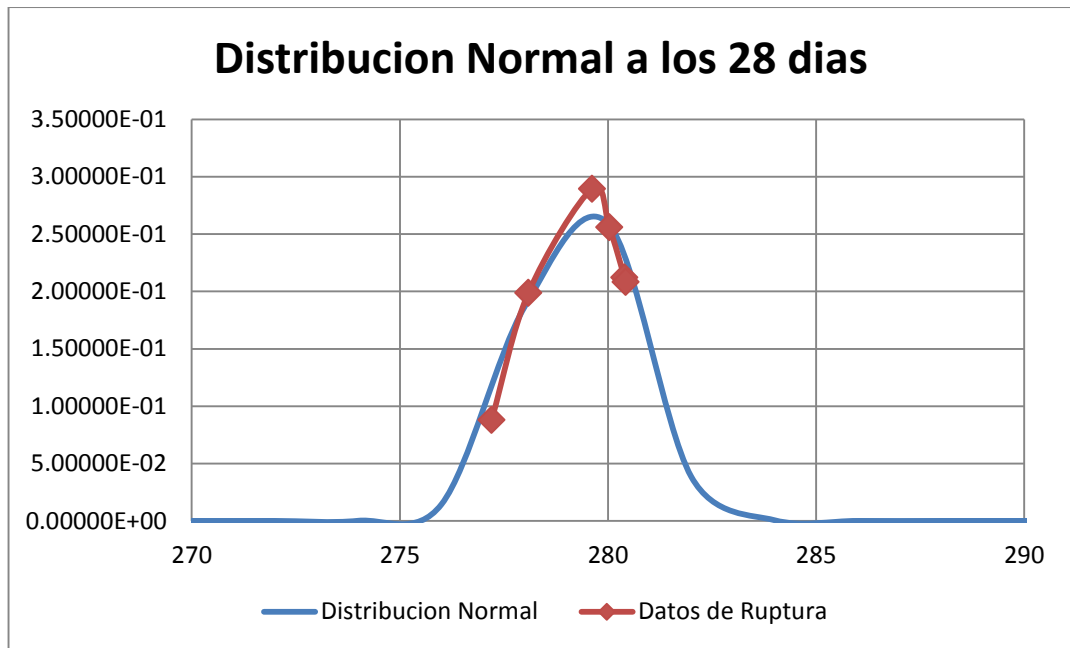
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
ACI con SAP al 0.050%	277	277.20	Media	279.294
	278	279.62	Desviación Estándar	1.338
	279	280.43	Varianza	1.493
	280	280.03	Coeficiente de variación	0.479
	281	280.40		
	282	278.09		

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 1.338 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 0.479 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

GRAFICA 4.13: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% - ACI.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

DISEÑO POR COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

Datos para hallar los parámetros estadísticos

TABLA 4.29: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% – COMB. AGREGADOS

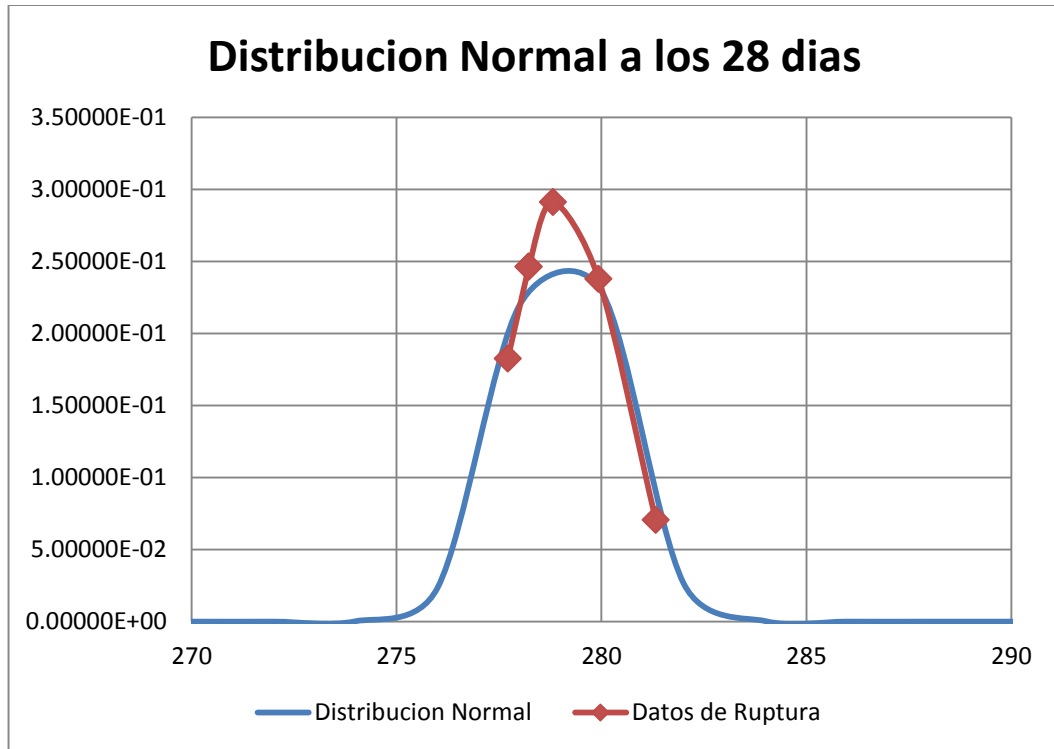
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
MF con SAP al 0.050%	283	281.32	Media	279.040
	284	278.23	Desviación	1.351
			Estándar	
	285	277.72	Varianza	1.522
	286	278.23	Coeficiente de variación	0.484
	287	278.82		
288	279.93			

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 1.351 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 0.484 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

GRAFICA 4.14: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% - COMB AGREGADOS.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

#### 4.3.1.4. CONCRETO CON POLÍMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.075%

Diseño ACI

Datos para hallar los parámetros estadísticos

TABLA 4.30: DATOS ESTADÍSTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.075% – ACI

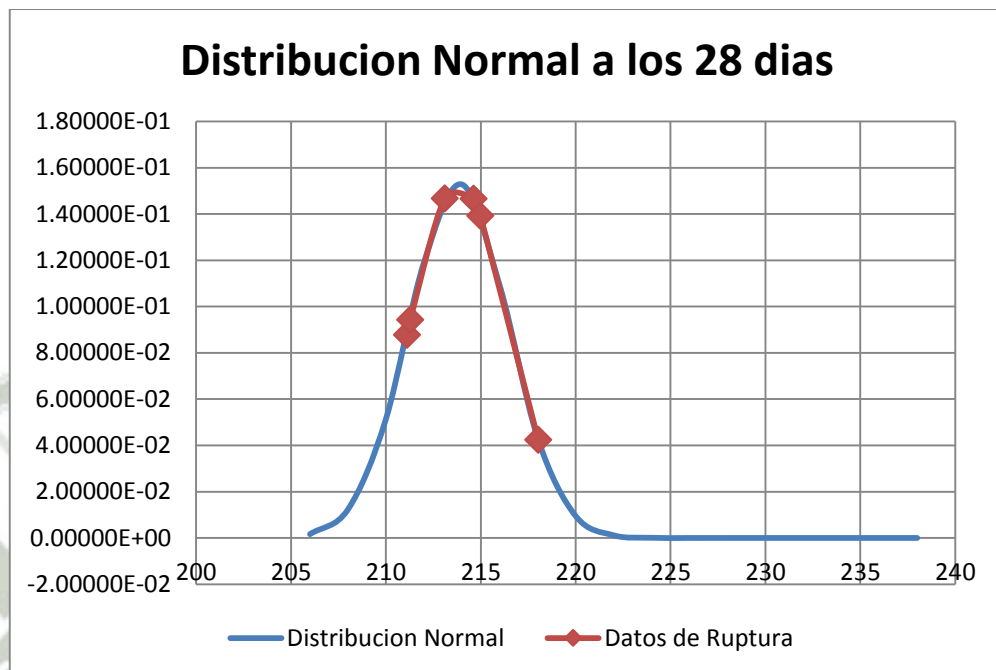
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
ACI con SAP al 0.075%	301	218.03	Media	213.853
	302	211.10	desviación	2.607
			Estándar	
	303	214.98	Varianza	5.663
	304	213.10	Coeficiente de variación	1.219
	305	214.61		
306	211.29			

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 2.607 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 1.219 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

GRAFICA 4.15: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.075% - ACI.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

DISEÑO POR COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

Datos para hallar los parámetros estadísticos

TABLA 4.31: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.050% – COMB. AGREGADOS

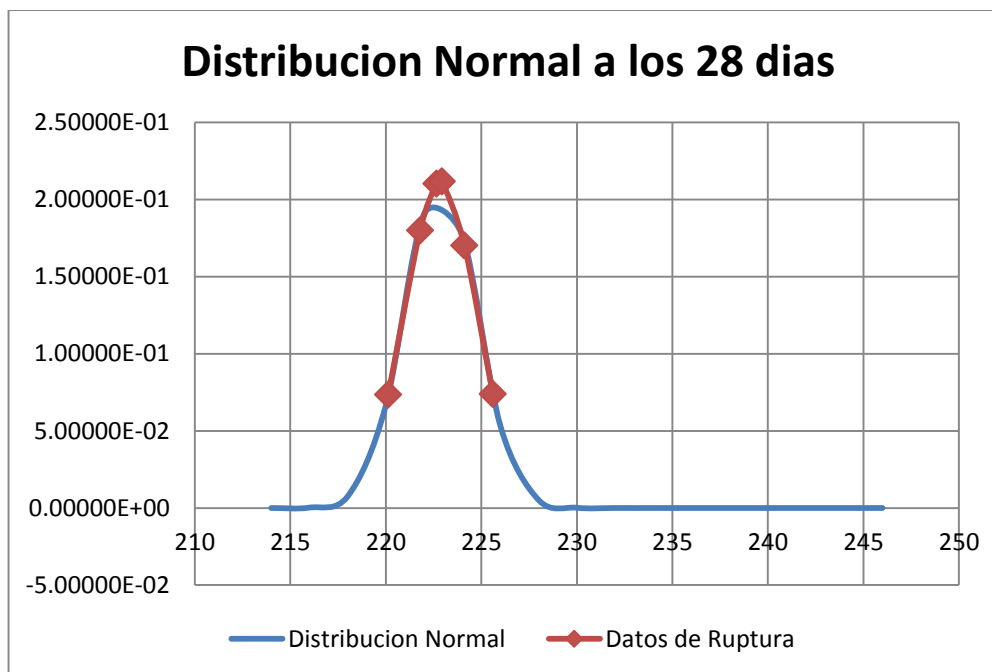
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
MF con SAP al 0.075%	307	222.64	Media	222.867
	308	220.13	desviación	1.883
			Estándar	
	309	221.79	Varianza	2.954
	310	224.11	Coeficiente de variación	0.845
	311	225.60		
312	222.93			

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 1,883 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 0.845 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

GRAFICA 4.16: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.075% - COMB AGREGADOS.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

4.3.1.5. CONCRETO CON POLÍMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.10%

DISEÑO ACI

Datos para hallar los parámetros estadísticos

TABLA 4.32: DATOS ESTADÍSTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.10% – ACI

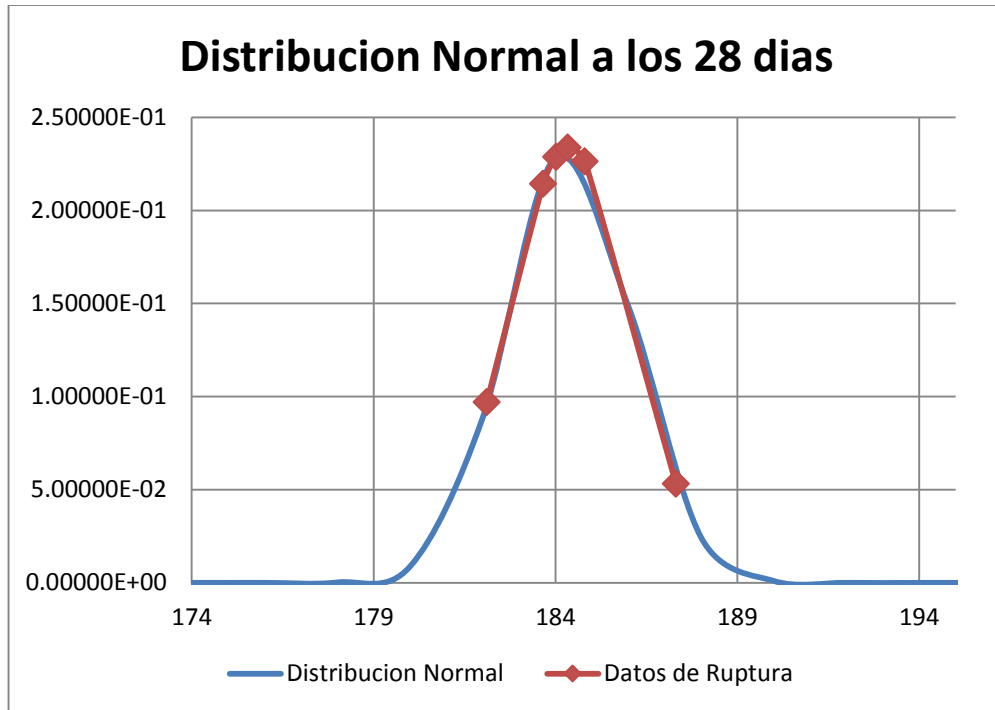
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
ACI con SAP al 0.10%	313	183.66	Media	184.375
	314	184.81	desviación	1.706
			Estándar	
	315	182.11	Varianza	2.426
	316	184.34	Coeficiente de variación	0.925
	317	187.31		
318	184.02			

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 1,706 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 0.925 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

GRAFICA 4.17: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.10% - ACI.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

DISEÑO POR COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

Datos para hallar los parámetros estadísticos

TABLA 4.33: DATOS ESTADISTICOS CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.10% – COMB. AGREGADOS

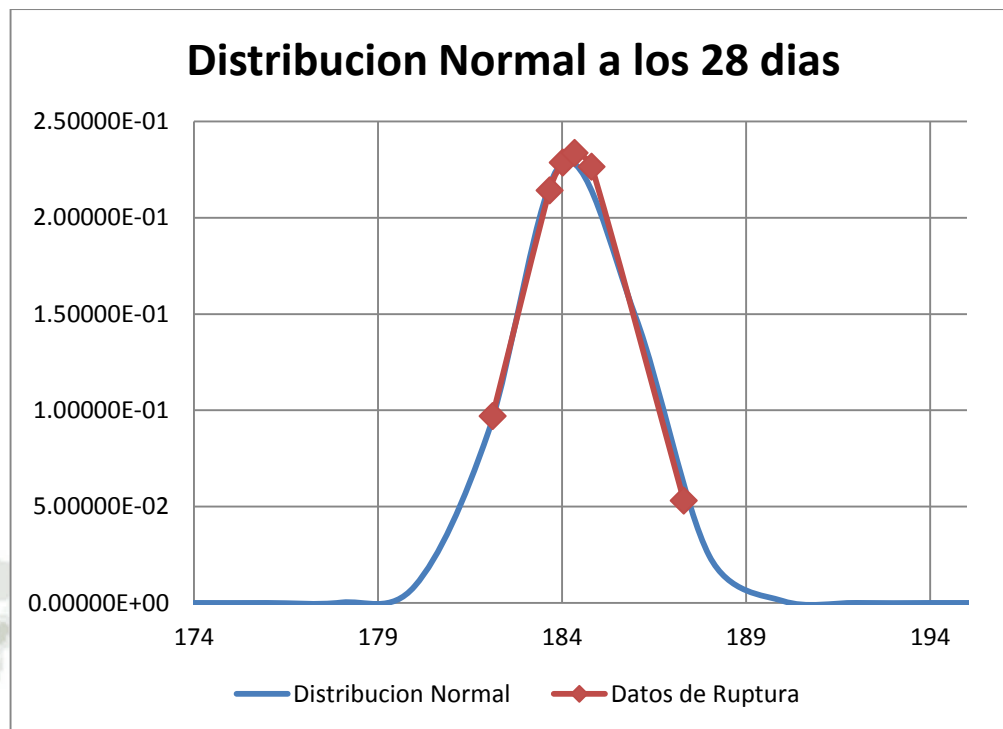
Tipo de Mezcla	Probeta	Resistencia	Parámetros Estadísticos	
MF con SAP al 0.10%	319	189.36	Media	187.993
	320	186.05	desviación	1.849
			Estándar	
	321	186.35	Varianza	2.850
	322	188.42	Coeficiente de variación	0.984
	323	190.76		
324	187.02			

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Del cuadro se puede obtener el análisis de confiabilidad basándonos en el cuadro del ingeniero Enrique Pasquel; en la dispersión total (S) al ser la desviación estándar 1,846 menor a 14.1 corresponde a ser EXCELENTE, en la dispersión entre testigos se analiza con el coeficiente de variación siendo este 0.984 menor a dos que corresponde a EXCELENTE.

Una vez analizados los datos por confiabilidad se procedió a graficar la distribución normal basándonos en los datos de ruptura.

GRAFICA 4.18: DISTRIBUCION NORMAL DEL CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.10% - COMB AGREGADOS.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En la gráfica se puede observar que la dispersión es mínima tal como el valor numérico nos indica.

#### 4.4. ANÁLISIS DE COSTOS – BENEFICIO

Se analizó la inferencia de la adición de polímeros Superabsorbentes en los dos tipos de diseño, diseño ACI y diseño por Combinación de agregados, tomando de punto de referencia del diseño óptimo (4% de Microsilice y 1 % de Superplastificante) a la adición de polímeros Superabsorbentes al 0.025%. Se escoge esta proporción de polímeros pues en el análisis anterior de resultados por resistencia a la compresión se concluyó que ese porcentaje es el que influye positivamente dando una resistencia adicional.

Se analizara los costos poniendo de medida de comparación el m<sup>3</sup> de concreto; se analizó los dos tipos de mezclas con polímeros Superabsorbentes y con la adición de estos a un 0.025% de la misma forma para el diseño por combinación de agregados.



#### 4.4.1. DISEÑO ACI

TABLA 4.34: ANALISIS DE COSTOS DE CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% - ACI

Rendimiento 12 M3/DIA		Día: 8 Horas	
Análisis de Precios Unitarios mezcla de Concreto por metro cubico			
Partida: Fabricación de Concreto			Precio por M3
Diseño de ACI con Polímeros Superabsorbentes al 0.025%			S/. 514.37

Mano de Obra	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio Final	
Capataz	0.1	HH	0.008	S/. 12.56	S/. 0.10	
Oficial	1	HH	0.083	S/. 10.12	S/. 0.84	
Peon	4	HH	0.333	S/. 9.13	S/. 3.04	
					S/. 3.99	
Materiales	Proporciones con aditivos		Metrado	Unidad	Precio Unit	Precio Final
Cemento	500.00 Kg	480.00 Kg	11.294	bolsa	S/. 18.00	S/. 203.29
Ag. Grueso	1008.02 Kg	1008.02 Kg	1.008	M3	S/. 60.00	S/. 60.48
Ag. Fino	581.42 Kg	581.42 Kg	0.581	M3	S/. 50.00	S/. 29.07
Agua	208.60 L	204.29 L	0.204	M3	S/. 9.00	S/. 1.84
Sikament 306	1.000% 4.31 L	4.31 L	0.022	Cilindro (200 L)	S/. 1,938.36	S/. 41.78
Sika Fume	4.000% 20.00 Kg	20.00 Kg	0.800	bolsa (25 Kg)	S/. 160.00	S/. 128.00
Polimero	0.025% 0.13 Kg	0.13 Kg	125.000	gramos	S/. 0.20	S/. 25.00
					S/. 489.46	
Herramientas	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio Final	
Herramientas manuales		%MO	3.00	S/. 3.99	S/. 0.12	
Mezcladora de concreto tambor 11p3	1.00	HM	0.6667	S/. 23.20	S/. 15.47	
Balanza digital	1.00	HM	0.6667	S/. 8.00	S/. 5.33	
					S/. 20.92	

FUENTE: ELABORACION PROPIA



4.4.2. DISEÑO COMBINACIÓN DE AGREGADOS

TABLA 4.36: ANALISIS DE COSTOS DE CONCRETO CON POLIMEROS SUPERABSORBENTES AL 0.025% - COMB. AGREGADOS

Análisis de Precios Unitarios mezcla de Concreto por metro cubico					Precio por M3	S/. 489.19	
Diseño de Combinación de Agregados con Polímeros Superabsorbentes al 0.025%							
<b>Mano de Obra</b>			Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio Final
Capataz	-	-	0.1	HH	0.008	S/. 12.56	S/. 0.10
Oficial	-	-	1	HH	0.083	S/. 10.12	S/. 0.84
Peon	-	-	4	HH	0.333	S/. 9.13	S/. 3.04
							S/. 3.99
<b>Materiales</b>	Proporciones con aditivos			Metrado	Unidad	Precio Unit	Precio Final
Cemento	500.000 kg	500.00 Kg	480.00 Kg	11.29	bolsa	S/. 18.00	S/. 203.29
Ag. Grueso	1025.364 kg	1025.364 kg	1025.364 kg	1.025364	M3	S/. 60.00	S/. 61.52
Ag. Fino	569.294 kg	569.294 kg	569.294 kg	0.0569294	M3	S/. 50.00	S/. 2.85
Agua	208.721 lt	208.60 L	204.29 L	0.20428866	M3	S/. 9.00	S/. 1.84
Sikament 306	1.000%	4.31 L	4.31 L	0.02 L	Cilindro (200 L)	S/. 1,938.36	S/. 41.78
Sika Fume	4.000%	20.00 Kg	20.00 Kg	0.8	bolsa (25 Kg)	S/. 160.00	S/. 128.00
Polimero	0.025%	0.13 Kg	0.13 Kg	125	gramos	S/. 0.20	S/. 25.00
							S/. 464.28
<b>Herramientas</b>			Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio Final
Herramientas manuales	-	-		%MO	3.00	S/. 3.99	S/. 0.12
Mezcladora de concreto tambor 11p3	-	-	1.00	HM	0.6667	S/. 23.20	S/. 15.47
Balanza digital	-	-	1.00	HM	0.6667	S/. 8.00	S/. 5.33
							S/. 20.92

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el cuadro se observa las proporciones para un diseño ACI con Polímeros para un m<sup>3</sup> mostrando los precios finales de acuerdo al cotizaciones al mes de abril del 2017, mano de obra de acuerdo a la escala salarial actual y al Metrado dando un precio final de S/. 489.19.

TABLA 4.37: ANALISIS DE COSTOS DE CONCRETO SIN POLIMEROS  
SUPERABSORBENTES – COMB. AGREGADOS

Rendimiento 12 M3/DIA

Día: 8 Horas

Análisis de Precios Unitarios mezcla de Concreto por metro cubico

Precio por M3

S/. 458.86

Diseño de Combinación de Agregados sin Polímeros Superabsorbentes

Mano de Obra			Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio Final
Capataz	-	-	0.1	HH	0.008	S/. 12.56	S/. 0.10
Oficial	-	-	1	HH	0.083	S/. 10.12	S/. 0.84
Peón	-	-	4	HH	0.333	S/. 9.13	S/. 3.04
							S/. 3.99
Materiales		Proporciones con aditivos		Metrado	Unidad	Precio	
Cemento	500.000 kg	500.00 Kg	480.00 Kg	11.29	bolsa	S/. 18.00	S/. 203.29
Ag. Grueso	1025.364 kg	1025.364 kg	1025.364 kg	1.025364	M3	S/. 60.00	S/. 61.52
Ag. Fino	569.294 kg	569.294 kg	569.294 kg	0.0569294	M3	S/. 50.00	S/. 2.85
Agua	208.721 lt	208.60 L	204.29 L	0.20428866	M3	S/. 9.00	S/. 1.84
Sikament 306	1.000%	4.31 L	4.31 L	0.02 L	Cilindro (200 L)	S/. 1,938.36	S/. 41.78
Sika Fume	4.000%	20.00 Kg	20.00 Kg	0.8	bolsa (25 Kg)	S/. 160.00	S/. 128.00
							S/. 439.28
Herramientas			Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio Final
Herramientas manuales	-	-		%MO	3.00	S/. 3.99	S/. 0.12
Mezcladora de concreto tambor 11p3	-	-	1.00	HM	0.6667	S/. 23.20	S/. 15.47
							S/. 15.59

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el cuadro se observa las proporciones para un diseño ACI con Polímeros para un m<sup>3</sup> mostrando los precios finales de acuerdo al cotizaciones al mes de abril del 2017 y al Metrado dando un precio final de S/. 458.86.

Haciendo un análisis comparativo entre costos se obtiene una diferencia de 6.61 % dando una variación mínima lo facilita la adición del polímero al no representar un costo significativo.

## CAPITULO 5

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES.

- La trabajabilidad está directamente ligado al asentamiento del concreto dando como asentamiento inicial al diseño por ACI sin adición de polímeros se muestra un asentamiento de 3.25''; dando los asentamientos obtenidos con los diseños con polímeros Superabsorbentes al 0.025%, 0.050%, 0.075%, 0.10% del porcentaje del peso del cemento siendo 4.75'', 5.5'', 6.5'' y 7.75'' respectivamente. En el diseño por combinación de agregados sin adición de polímeros se muestra un asentamiento de 3.50'' ; dando los asentamientos obtenidos con los diseños con polímeros Superabsorbentes al 0.025%, 0.050%, 0.075%, 0.10% del porcentaje del peso del cemento siendo 5'', 5.75'', 6.25'' y 8'' respectivamente por lo que concluimos que al incrementar la cantidad de polímeros Superabsorbentes el asentamiento tiende a incrementarse, por otro lado al hacer un análisis al contrario al utilizar porcentajes mayores a 0.10% de polímeros Superabsorbentes el concreto presenta segregación.
- La trabajabilidad en comparación de los diseños (combinación de agregados y Diseño ACI) mostrando el asentamiento inicial para el diseño sin polímeros, diseño al 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.10%; la variación porcentual respectivamente 7.69%, 5.26%, 4.55%, -3.85% y 3.23%. Demostrando la variación porcentual se concluye que el diseño por combinación de agregados presenta una mejor trabajabilidad en comparación al diseño por ACI adicionando polímeros Superabsorbentes.
- La resistencia a la compresión a los 28 días en el diseño ACI sin adición de polímeros es de 357.57 Kgf/cm<sup>2</sup>; adicionando polímeros Superabsorbentes a los siguientes porcentajes; 0.025%, 0.050%, 0.075% y al 0.10% mostrando los resultados 375.57 Kgf/cm<sup>2</sup>, 279.29 Kgf/cm<sup>2</sup>, 213.85 Kgf/cm<sup>2</sup> y 184.38 Kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente. De la misma forma en el diseño por Combinación de agregados sin adición de polímeros es de 359.90 Kgf/cm<sup>2</sup>; adicionando polímeros Superabsorbentes a los siguientes porcentajes; 0.025%, 0.050%, 0.075% y al 0.10% mostrando los resultados 380.00 Kgf/cm<sup>2</sup>, 279.04 Kgf/cm<sup>2</sup>, 222.87 Kgf/cm<sup>2</sup> y 187.99 Kgf/cm<sup>2</sup> respectivamente. De la misma forma en el diseño por Combinación de agregados.

- Los resultados demuestran que la adición de polímeros Superabsorbentes al 0.025% muestra un incremento de la resistencia a la compresión equivalente al 5.11% en comparación al concreto sin polímeros del diseño de ACI y en el diseño por combinación de agregados se muestra una mejora en la resistencia equivalente al 5.58 %; caso contrario sucede en el aumento del porcentaje a adicionar muestra un efecto negativo reduciendo la resistencia en porcentajes mayores al 0.025% en ambos diseños.
- La resistencia a la compresión en comparación de los diseños (combinación de agregados y Diseño ACI) mostrando resistencia a los 28 días para el diseño sin polímeros, diseño al 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.10%; la variación porcentual respectivamente 0.65%, 1.10%, -0.09%, 4.22% y 1.96%. Demostrando la variación porcentual se concluye que el diseño por combinación de agregados presenta una mejor resistencia a la compresión en comparación al diseño por ACI adicionando polímeros Superabsorbentes.
- La proporción adecuada que mejora las características tanto trabajabilidad y resistencia a la compresión en un Concreto de alta resistencia utilizando polímeros Superabsorbentes es el 0.025% del peso del cemento, sin embargo proporciones mayores muestran efectos positivos en la trabajabilidad mas no en la resistencia.
- En el análisis comparativo de costos entre el uso de polímeros Superabsorbentes y no usarlos en los dos tipos de mezclas no muestran una variación de precios considerable mostrando una diferencia de 5.38% y 5.69% para cada diseño. Demostrando que el uso de los polímeros es viable y su uso en la construcción es practico mostrando sus buenos resultados mejorando las propiedades físicas del concreto.
- Los diferentes tipos de ensayos en laboratorio para la obtención de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados son la base de todo diseño de mezclas, por lo cual se deben realizar lo mas representativos posibles.

## RECOMENDACIONES

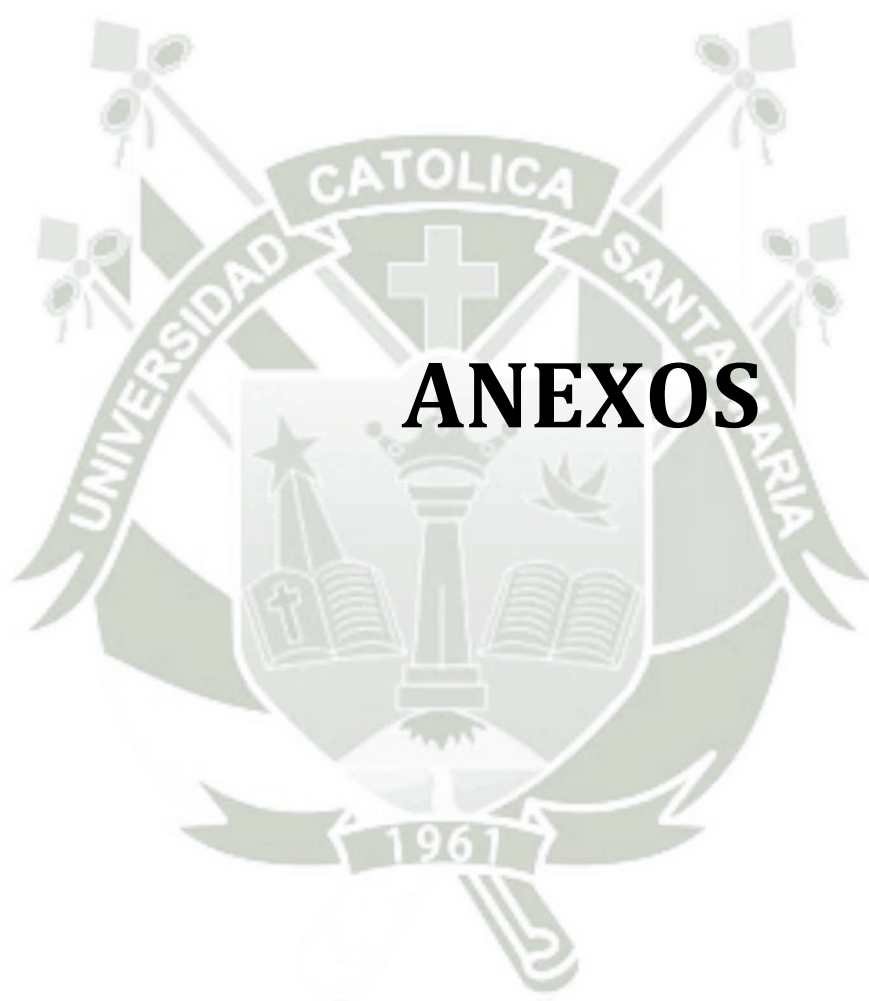
- Se recomienda realizar el estudio de la utilización de Polímeros Superabsorbentes en concretos premezclados para obtener resultados de la proporción correcta en cuanto este tipo de concretos.
- Se recomienda estudiar el uso de polímeros Superabsorbentes en proporciones A/C menores 0.36 pues como se mostró en los resultados la trabajabilidad es manejable con la adición de los polímeros Superabsorbentes.
- Se recomienda observar la variación de la resistencia a la compresión de los diseños de mezcla con polímeros Superabsorbentes con diferentes tipos de curado; como por ejemplo a la intemperie o curado con recubrimiento de lona o malla arpillera.
- Se recomienda realizar un estudio sobre la incidencia de los polímeros Superabsorbentes sobre el proceso de fraguado en el concreto fresco ver la variación en el tiempo y sus propiedades respecto al endurecimiento.
- Se recomienda realizar ensayos de resistencia a la compresión para encontrar la dosificación de aditivos y determinar la cantidad adecuada para la resistencia requerida en el diseño de mezclas.
- Se recomienda en caso de concretos de alta resistencia fabricar testigos de concreto de 4'' x 8'' debido que el sobreesfuerzo realizado por la prensa hidráulica en probetas convencionales (6''x12'') puede alterar la calibración del equipo.
- Se recomienda el estudio de uso de polímeros Superabsorbentes en pavimentos rígidos debido a su capacidad de almacenar vacíos saturados de agua como posible solución a microfisuras.
- Se recomienda el estudio del comportamiento del concreto usando polímeros Superabsorbentes en espacios confinados como es el caso de placas o vigas de espesor mínimo para ver el comportamiento de la mezcla en este tipo de elementos.

- Se recomienda el estudio del concreto adicionando polímeros Superabsorbentes a exposición severas como por ejemplo condiciones de incendio o explosiones químicas analizando el comportamiento de este antes estas condiciones.
- Se recomienda tener cuidado en el proceso de mezcla del concreto debido a que el aditivo SIKAFUME tiende a absorber humedad de la mezcla teniendo este que ser regulado con el aditivo superplastificante teniendo cuidado en tener una mezcla uniforme.



## BIBLIOGRAFÍA

- *Diseño de Mezclas* (Ing. Enrique Riva López), Fondo Editorial ICG Primera Edición 2010.
- *Tópicos de Tecnología de Concreto* (Ing. Enrique Pasquel Carbajal), Impreso Lima, Perú 1999; Segunda Edición.
- *Propiedades Físicas de Concreto con Polímeros Superabsorbentes Modificados.* (Assman y Backnang): Instituto de Materiales de Construcción de la Universidad de Stuttgart, 2013.
- *Curado Interno en hormigones alto desempeño* (Mauricio López), L.F. (2005).
- Instituto Mexicano de Cemento y del Concreto – *Diferentes Publicaciones*
- Norma de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM)
- "Development and experimental use of a 90 MPa field concrete", (Actin, P.C., P. Laplate y C. Bedard), ACI SP-87-5, pp. 51-70, (1987).
- "Effect of condensed silica fume on the microstructure of the interfacial zone in Portland cement mortars", (Bentur, A. y M.D. Cohen), Journal of the American Ceramic Society, vol. 70, 1987, pp. 783-43.
- "PCA research on high-strength concrete", (Fiorato, Anthony E), Concrete international: Design & Construction, vol. II, núm. 4, abril de 1989, pp. 44-50.
- "Bond effects in high strength silica fume concretes" (Goldman, A. y A Bentur), presentado para su publicación, RAF.
- Hormigón de alta resistencia (González-Isabel, Germán), INTEMAC, España 1993.
- "Concretos de alta resistencia, fabricados con materiales comunes en el Distrito Federal" (Mendoza, C.J., C. Aire y A. Fuentes), informe preliminar para la Dirección General de Obras, Departamento del Distrito federal, junio de 1991.





**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

AREQUIPA-PERU

**CONSTANCIA**

El que suscribe, **Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia**, Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

**HACE CONSTAR**

Que el Señor Bachiller en Ingeniería Civil:  
**JIMMY JUAN MARTINEZ BERNABÉ**

Código N° 2009222621

Ha realizado los ensayos de Laboratorio de Concreto y Materiales de Construcción para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo Título es: " **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA UTILIZANDO POLIMEROS SUPERABSORBENTES Y ADITIVOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA - 2017** ".

Los ensayos efectuados por el señor tesista fueron los siguientes:

- 03 Humedad
- 03 Análisis Granulométrico Agregado Fino
- 03 Análisis Granulométrico Agregado Grueso
- 03 Peso Unitario Suelto y Compactado Agregado Fino
- 03 Peso Unitario Suelto y Compactado Agregado Grueso
- 03 Peso Específico y Absorción Agregado Fino
- 03 Peso Específico y Absorción Agregado Grueso
- 02 Desgaste por Abrasión
- 02 Impurezas Orgánicas de Agregado Grueso y Fino
- 05 Diseño de Mezclas por ACI con aditivo
- 05 Diseño de Mezclas por Combinación de Agregados
- 04 Diseño de Mezclas por ACI con polímeros superabsorbentes
- 04 Diseño de Mezclas por Combinación de agregados con polímeros superabsorbentes
- 324 Compresión de Probetas de Concreto

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, han sido realizados entre el 21/12/16 y el 05/01/17

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Arequipa, 08 de Mayo del 2017

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



  
ING. ALÉJANDRO HIDALGO VALDIVIA  
Coordinador del Laboratorio de Suelos y Concreto

Cayetano Arenas N°152 - Parque Industrial - Arequipa - Perú Telf : 054 227915 email: labcivil@ucsm.edu.pe



# Cuadro de Rupturas

Numero	Fecha de Vaceado	Fecha de Ruptura	Dias	Compr	F'c Aprox	Diseño
1	23-dic	30-dic	7	35994	458.29	ACI 8% MC y 1% SP
2	23-dic	30-dic	7	35284	449.25	ACI 8% MC y 1% SP
3	23-dic	30-dic	7	35642	453.81	ACI 8% MC y 1% SP
4	23-dic	30-dic	7	35125	447.23	ACI 8% MC y 1% SP
5	23-dic	30-dic	7	35075	446.59	ACI 8% MC y 1% SP
6	23-dic	30-dic	7	35222	448.46	ACI 8% MC y 1% SP
7	23-dic	30-dic	7	37768	480.88	MF 8% MC y 1% SP
8	23-dic	30-dic	7	38094	485.03	MF 8% MC y 1% SP
9	23-dic	30-dic	7	37823	481.58	MF 8% MC y 1% SP
10	23-dic	30-dic	7	37923	482.85	MF 8% MC y 1% SP
11	23-dic	30-dic	7	39266	499.95	MF 8% MC y 1% SP
12	23-dic	30-dic	7	37511	477.60	MF 8% MC y 1% SP
13	27-dic	03-ene	7	34784	442.88	ACI 10% MC y 0.75% SP
14	27-dic	03-ene	7	35898	457.07	ACI 10% MC y 0.75% SP
15	27-dic	03-ene	7	34985	445.44	ACI 10% MC y 0.75% SP
16	27-dic	03-ene	7	35123	447.20	ACI 10% MC y 0.75% SP
17	27-dic	03-ene	7	35056	446.35	ACI 10% MC y 0.75% SP
18	27-dic	03-ene	7	35741	455.07	ACI 10% MC y 0.75% SP
19	27-dic	03-ene	7	36258	461.65	MF 10% MC y 0.75% SP
20	27-dic	03-ene	7	35965	457.92	MF 10% MC y 0.75% SP
21	27-dic	03-ene	7	36145	460.21	MF 10% MC y 0.75% SP
22	27-dic	03-ene	7	36055	459.07	MF 10% MC y 0.75% SP
23	27-dic	03-ene	7	36195	460.85	MF 10% MC y 0.75% SP
24	27-dic	03-ene	7	36254	461.60	MF 10% MC y 0.75% SP
25	28-dic	04-ene	7	30922	393.71	ACI 12% MC y 0.50% SP
26	28-dic	04-ene	7	31047	395.30	ACI 12% MC y 0.50% SP
27	28-dic	04-ene	7	31152	396.64	ACI 12% MC y 0.50% SP
28	28-dic	04-ene	7	31098	395.95	ACI 12% MC y 0.50% SP
29	28-dic	04-ene	7	30911	393.57	ACI 12% MC y 0.50% SP
30	28-dic	04-ene	7	31136	396.44	ACI 12% MC y 0.50% SP
31	28-dic	04-ene	7	32426	412.86	MF 12% MC y 0.50% SP
32	28-dic	04-ene	7	32256	410.70	MF 12% MC y 0.50% SP
33	28-dic	04-ene	7	32478	413.52	MF 12% MC y 0.50% SP
34	28-dic	04-ene	7	31995	407.37	MF 12% MC y 0.50% SP
35	28-dic	04-ene	7	32521	414.07	MF 12% MC y 0.50% SP
36	28-dic	04-ene	7	32322	411.54	MF 12% MC y 0.50% SP
37	29-dic	02-ene	4	10566	134.53	ACI 2% MC y 1% SP
38	29-dic	02-ene	4	10758	136.98	ACI 2% MC y 1% SP
39	29-dic	05-ene	7	18452	234.94	ACI 2% MC y 1% SP
40	29-dic	05-ene	7	18566	236.39	ACI 2% MC y 1% SP
41	29-dic	05-ene	7	18812	239.52	ACI 2% MC y 1% SP
42	29-dic	05-ene	7	18752	238.76	ACI 2% MC y 1% SP
43	29-dic	02-ene	4	10822	137.79	MF 2% MC y 1% SP
44	29-dic	02-ene	4	10922	139.06	MF 2% MC y 1% SP
45	29-dic	05-ene	7	18932	241.05	MF 2% MC y 1% SP

46	29-dic	05-ene	7	19058	242.65	MF 2% MC y 1% SP
47	29-dic	05-ene	7	19016	242.12	MF 2% MC y 1% SP
48	29-dic	05-ene	7	18958	241.38	MF 2% MC y 1% SP
49	30-dic	02-ene	3	9121	116.13	ACI 4% MC y 1% SP
50	30-dic	02-ene	3	9315	118.60	ACI 4% MC y 1% SP
51	30-dic	06-ene	7	19999	254.64	ACI 4% MC y 1% SP
52	30-dic	06-ene	7	19521	248.55	ACI 4% MC y 1% SP
53	30-dic	06-ene	7	19631	249.95	ACI 4% MC y 1% SP
54	30-dic	06-ene	7	19722	251.11	ACI 4% MC y 1% SP
55	30-dic	02-ene	3	9215	117.33	MF 4% MC y 1% SP
56	30-dic	02-ene	3	9290	118.28	MF 4% MC y 1% SP
57	30-dic	06-ene	7	19661	250.33	MF 4% MC y 1% SP
58	30-dic	06-ene	7	19755	251.53	MF 4% MC y 1% SP
59	30-dic	06-ene	7	19855	252.80	MF 4% MC y 1% SP
60	30-dic	06-ene	7	19812	252.25	MF 4% MC y 1% SP
61	02-ene	09-ene	7	16001	203.73	ACI con SAP al 0.050%
62	02-ene	09-ene	7	16140	205.50	ACI con SAP al 0.050%
63	02-ene	09-ene	7	16187	206.10	ACI con SAP al 0.050%
64	02-ene	09-ene	7	16164	205.81	ACI con SAP al 0.050%
65	02-ene	09-ene	7	16185	206.07	ACI con SAP al 0.050%
66	02-ene	09-ene	7	16052	204.38	ACI con SAP al 0.050%
67	02-ene	09-ene	7	16239	206.76	MF con SAP al 0.050%
68	02-ene	09-ene	7	16060	204.48	MF con SAP al 0.050%
69	02-ene	09-ene	7	16030	204.10	MF con SAP al 0.050%
70	02-ene	09-ene	7	16060	204.48	MF con SAP al 0.050%
71	02-ene	09-ene	7	16094	204.92	MF con SAP al 0.050%
72	02-ene	09-ene	7	16158	205.73	MF con SAP al 0.050%
73	03-ene	10-ene	7	21780	277.31	ACI con SAP al 0.025%
74	03-ene	10-ene	7	21744	276.85	ACI con SAP al 0.025%
75	03-ene	10-ene	7	21702	276.32	ACI con SAP al 0.025%
76	03-ene	10-ene	7	21588	274.87	ACI con SAP al 0.025%
77	03-ene	10-ene	7	21622	275.30	ACI con SAP al 0.025%
78	03-ene	10-ene	7	21735	276.74	ACI con SAP al 0.025%
79	03-ene	10-ene	7	21994	280.04	MF con SAP al 0.025%
80	03-ene	10-ene	7	21938	279.32	MF con SAP al 0.025%
81	03-ene	10-ene	7	21870	278.46	MF con SAP al 0.025%
82	03-ene	10-ene	7	21827	277.91	MF con SAP al 0.025%
83	03-ene	10-ene	7	22022	280.39	MF con SAP al 0.025%
84	03-ene	10-ene	7	21955	279.54	MF con SAP al 0.025%
85	04-ene	11-ene	7	12585	160.24	ACI con SAP al 0.075%
86	04-ene	11-ene	7	12185	155.15	ACI con SAP al 0.075%
87	04-ene	11-ene	7	12409	158.00	ACI con SAP al 0.075%
88	04-ene	11-ene	7	12301	156.62	ACI con SAP al 0.075%
89	04-ene	11-ene	7	12388	157.73	ACI con SAP al 0.075%
90	04-ene	11-ene	7	12196	155.28	ACI con SAP al 0.075%
91	04-ene	11-ene	7	12851	163.63	MF con SAP al 0.075%
92	04-ene	11-ene	7	12706	161.78	MF con SAP al 0.075%

93	04-ene	11-ene	7	12802	163.00	MF con SAP al 0.075%
94	04-ene	11-ene	7	12936	164.71	MF con SAP al 0.075%
95	04-ene	11-ene	7	13022	165.80	MF con SAP al 0.075%
96	04-ene	11-ene	7	12868	163.84	MF con SAP al 0.075%
97	05-ene	12-ene	7	10601	134.98	ACI con SAP al 0.10%
98	05-ene	12-ene	7	10667	135.82	ACI con SAP al 0.10%
99	05-ene	12-ene	7	10512	133.84	ACI con SAP al 0.10%
100	05-ene	12-ene	7	10640	135.48	ACI con SAP al 0.10%
101	05-ene	12-ene	7	10812	137.66	ACI con SAP al 0.10%
102	05-ene	12-ene	7	10622	135.24	ACI con SAP al 0.10%
103	05-ene	12-ene	7	10930	139.17	MF con SAP al 0.10%
104	05-ene	12-ene	7	10739	136.74	MF con SAP al 0.10%
105	05-ene	12-ene	7	10757	136.96	MF con SAP al 0.10%
106	05-ene	12-ene	7	10876	138.48	MF con SAP al 0.10%
107	05-ene	12-ene	7	11011	140.20	MF con SAP al 0.10%
108	05-ene	12-ene	7	10795	137.45	MF con SAP al 0.10%
109	23-dic	06-ene	14	43892	558.85	ACI 8% MC y 1% SP
110	23-dic	06-ene	14	44416	565.52	ACI 8% MC y 1% SP
111	23-dic	06-ene	14	44309	564.16	ACI 8% MC y 1% SP
112	23-dic	06-ene	14	43799	557.66	ACI 8% MC y 1% SP
113	23-dic	06-ene	14	44313	564.21	ACI 8% MC y 1% SP
114	23-dic	06-ene	14	44059	560.97	ACI 8% MC y 1% SP
115	23-dic	06-ene	14	44944	572.24	MF 8% MC y 1% SP
116	23-dic	06-ene	14	45869	584.03	MF 8% MC y 1% SP
117	23-dic	06-ene	14	46091	586.85	MF 8% MC y 1% SP
118	23-dic	06-ene	14	45352	577.44	MF 8% MC y 1% SP
119	23-dic	06-ene	14	45541	579.85	MF 8% MC y 1% SP
120	23-dic	06-ene	14	45738	582.35	MF 8% MC y 1% SP
121	27-dic	10-ene	14	42280	538.33	ACI 10% MC y 0.75% SP
122	27-dic	10-ene	14	42678	543.39	ACI 10% MC y 0.75% SP
123	27-dic	10-ene	14	42609	542.52	ACI 10% MC y 0.75% SP
124	27-dic	10-ene	14	42607	542.49	ACI 10% MC y 0.75% SP
125	27-dic	10-ene	14	42483	540.91	ACI 10% MC y 0.75% SP
126	27-dic	10-ene	14	43270	550.93	ACI 10% MC y 0.75% SP
127	27-dic	10-ene	14	44072	561.14	MF 10% MC y 0.75% SP
128	27-dic	10-ene	14	43759	557.16	MF 10% MC y 0.75% SP
129	27-dic	10-ene	14	44022	560.51	MF 10% MC y 0.75% SP
130	27-dic	10-ene	14	43737	556.88	MF 10% MC y 0.75% SP
131	27-dic	10-ene	14	43863	558.48	MF 10% MC y 0.75% SP
132	27-dic	10-ene	14	43891	558.83	MF 10% MC y 0.75% SP
133	28-dic	11-ene	14	37586	478.56	ACI 12% MC y 0.50% SP
134	28-dic	11-ene	14	37775	480.97	ACI 12% MC y 0.50% SP
135	28-dic	11-ene	14	37941	483.08	ACI 12% MC y 0.50% SP
136	28-dic	11-ene	14	37724	480.32	ACI 12% MC y 0.50% SP
137	28-dic	11-ene	14	37460	476.95	ACI 12% MC y 0.50% SP
138	28-dic	11-ene	14	37695	479.94	ACI 12% MC y 0.50% SP
139	28-dic	11-ene	14	39414	501.83	MF 12% MC y 0.50% SP

140	28-dic	11-ene	14	39246	499.70	MF 12% MC y 0.50% SP
141	28-dic	11-ene	14	39556	503.64	MF 12% MC y 0.50% SP
142	28-dic	11-ene	14	39112	497.99	MF 12% MC y 0.50% SP
143	28-dic	11-ene	14	39411	501.79	MF 12% MC y 0.50% SP
144	28-dic	11-ene	14	39130	498.22	MF 12% MC y 0.50% SP
145	29-dic	12-ene	14	22843	290.85	ACI 2% MC y 1% SP
146	29-dic	12-ene	14	22589	287.62	ACI 2% MC y 1% SP
147	29-dic	12-ene	14	22473	286.14	ACI 2% MC y 1% SP
148	29-dic	12-ene	14	22522	286.76	ACI 2% MC y 1% SP
149	29-dic	12-ene	14	22797	290.27	ACI 2% MC y 1% SP
150	29-dic	12-ene	14	22702	289.05	ACI 2% MC y 1% SP
151	29-dic	12-ene	14	23154	294.81	MF 2% MC y 1% SP
152	29-dic	12-ene	14	23289	296.52	MF 2% MC y 1% SP
153	29-dic	12-ene	14	23058	293.58	MF 2% MC y 1% SP
154	29-dic	12-ene	14	23119	294.36	MF 2% MC y 1% SP
155	29-dic	12-ene	14	23045	293.41	MF 2% MC y 1% SP
156	29-dic	12-ene	14	22951	292.23	MF 2% MC y 1% SP
157	30-dic	13-ene	14	24087	306.68	ACI 4% MC y 1% SP
158	30-dic	13-ene	14	23834	303.46	ACI 4% MC y 1% SP
159	30-dic	13-ene	14	23957	305.03	ACI 4% MC y 1% SP
160	30-dic	13-ene	14	23680	301.51	ACI 4% MC y 1% SP
161	30-dic	13-ene	14	23790	302.90	ACI 4% MC y 1% SP
162	30-dic	13-ene	14	23876	304.00	ACI 4% MC y 1% SP
163	30-dic	13-ene	14	24201	308.13	MF 4% MC y 1% SP
164	30-dic	13-ene	14	24003	305.62	MF 4% MC y 1% SP
165	30-dic	13-ene	14	23946	304.89	MF 4% MC y 1% SP
166	30-dic	13-ene	14	23964	305.12	MF 4% MC y 1% SP
167	30-dic	13-ene	14	24061	306.36	MF 4% MC y 1% SP
168	30-dic	13-ene	14	23985	305.39	MF 4% MC y 1% SP
169	02-ene	16-ene	14	19449	247.63	ACI con SAP al 0.050%
170	02-ene	16-ene	14	19638	250.04	ACI con SAP al 0.050%
171	02-ene	16-ene	14	19714	251.01	ACI con SAP al 0.050%
172	02-ene	16-ene	14	19608	249.66	ACI con SAP al 0.050%
173	02-ene	16-ene	14	19614	249.73	ACI con SAP al 0.050%
174	02-ene	16-ene	14	19433	247.43	ACI con SAP al 0.050%
175	02-ene	16-ene	14	19738	251.31	MF con SAP al 0.050%
176	02-ene	16-ene	14	19540	248.79	MF con SAP al 0.050%
177	02-ene	16-ene	14	19524	248.58	MF con SAP al 0.050%
178	02-ene	16-ene	14	19482	248.05	MF con SAP al 0.050%
179	02-ene	16-ene	14	19504	248.33	MF con SAP al 0.050%
180	02-ene	16-ene	14	19562	249.07	MF con SAP al 0.050%
181	03-ene	17-ene	14	26474	337.07	ACI con SAP al 0.025%
182	03-ene	17-ene	14	26456	336.85	ACI con SAP al 0.025%
183	03-ene	17-ene	14	26431	336.54	ACI con SAP al 0.025%
184	03-ene	17-ene	14	26188	333.43	ACI con SAP al 0.025%
185	03-ene	17-ene	14	26203	333.62	ACI con SAP al 0.025%
186	03-ene	17-ene	14	26313	335.03	ACI con SAP al 0.025%

187	03-ene	17-ene	14	26734	340.39	MF con SAP al 0.025%
188	03-ene	17-ene	14	26692	339.85	MF con SAP al 0.025%
189	03-ene	17-ene	14	26636	339.14	MF con SAP al 0.025%
190	03-ene	17-ene	14	26477	337.12	MF con SAP al 0.025%
191	03-ene	17-ene	14	26688	339.80	MF con SAP al 0.025%
192	03-ene	17-ene	14	26580	338.42	MF con SAP al 0.025%
193	04-ene	18-ene	14	15297	194.77	ACI con SAP al 0.075%
194	04-ene	18-ene	14	14826	188.77	ACI con SAP al 0.075%
195	04-ene	18-ene	14	15114	192.43	ACI con SAP al 0.075%
196	04-ene	18-ene	14	14922	189.99	ACI con SAP al 0.075%
197	04-ene	18-ene	14	15012	191.14	ACI con SAP al 0.075%
198	04-ene	18-ene	14	14765	187.99	ACI con SAP al 0.075%
199	04-ene	18-ene	14	15621	198.89	MF con SAP al 0.075%
200	04-ene	18-ene	14	15460	196.84	MF con SAP al 0.075%
201	04-ene	18-ene	14	15592	198.53	MF con SAP al 0.075%
202	04-ene	18-ene	14	15693	199.80	MF con SAP al 0.075%
203	04-ene	18-ene	14	15781	200.93	MF con SAP al 0.075%
204	04-ene	18-ene	14	15579	198.35	MF con SAP al 0.075%
205	05-ene	19-ene	14	12886	164.07	ACI con SAP al 0.10%
206	05-ene	19-ene	14	12979	165.26	ACI con SAP al 0.10%
207	05-ene	19-ene	14	12803	163.01	ACI con SAP al 0.10%
208	05-ene	19-ene	14	12908	164.34	ACI con SAP al 0.10%
209	05-ene	19-ene	14	13103	166.83	ACI con SAP al 0.10%
210	05-ene	19-ene	14	12859	163.73	ACI con SAP al 0.10%
211	05-ene	19-ene	14	13286	169.16	MF con SAP al 0.10%
212	05-ene	19-ene	14	13067	166.37	MF con SAP al 0.10%
213	05-ene	19-ene	14	13101	166.80	MF con SAP al 0.10%
214	05-ene	19-ene	14	13193	167.98	MF con SAP al 0.10%
215	05-ene	19-ene	14	13344	169.90	MF con SAP al 0.10%
216	05-ene	19-ene	14	13069	166.40	MF con SAP al 0.10%
217	23-dic	20-ene	28	52690	670.87	ACI 8% MC y 1% SP
218	23-dic	20-ene	28	52358	666.64	ACI 8% MC y 1% SP
219	23-dic	20-ene	28	52285	665.71	ACI 8% MC y 1% SP
220	23-dic	20-ene	28	52476	668.15	ACI 8% MC y 1% SP
221	23-dic	20-ene	28	52029	662.45	ACI 8% MC y 1% SP
222	23-dic	20-ene	28	51678	657.99	ACI 8% MC y 1% SP
223	23-dic	20-ene	28	53928	686.63	MF 8% MC y 1% SP
224	23-dic	20-ene	28	54072	688.46	MF 8% MC y 1% SP
225	23-dic	20-ene	28	54387	692.48	MF 8% MC y 1% SP
226	23-dic	20-ene	28	53302	678.66	MF 8% MC y 1% SP
227	23-dic	20-ene	28	53470	680.81	MF 8% MC y 1% SP
228	23-dic	20-ene	28	53647	683.06	MF 8% MC y 1% SP
229	27-dic	24-ene	28	50791	646.69	ACI 10% MC y 0.75% SP
230	27-dic	24-ene	28	50309	640.56	ACI 10% MC y 0.75% SP
231	27-dic	24-ene	28	50279	640.17	ACI 10% MC y 0.75% SP
232	27-dic	24-ene	28	50075	637.58	ACI 10% MC y 0.75% SP
233	27-dic	24-ene	28	49880	635.09	ACI 10% MC y 0.75% SP

234	27-dic	24-ene	28	50753	646.20	ACI 10% MC y 0.75% SP
235	27-dic	24-ene	28	51901	660.82	MF 10% MC y 0.75% SP
236	27-dic	24-ene	28	51584	656.79	MF 10% MC y 0.75% SP
237	27-dic	24-ene	28	51946	661.40	MF 10% MC y 0.75% SP
238	27-dic	24-ene	28	51404	654.50	MF 10% MC y 0.75% SP
239	27-dic	24-ene	28	51501	655.73	MF 10% MC y 0.75% SP
240	27-dic	24-ene	28	51481	655.48	MF 10% MC y 0.75% SP
241	28-dic	25-ene	28	44263	563.57	ACI 12% MC y 0.50% SP
242	28-dic	25-ene	28	44530	566.98	ACI 12% MC y 0.50% SP
243	28-dic	25-ene	28	44770	570.03	ACI 12% MC y 0.50% SP
244	28-dic	25-ene	28	44337	564.52	ACI 12% MC y 0.50% SP
245	28-dic	25-ene	28	43982	560.00	ACI 12% MC y 0.50% SP
246	28-dic	25-ene	28	44214	562.94	ACI 12% MC y 0.50% SP
247	28-dic	25-ene	28	46416	590.98	MF 12% MC y 0.50% SP
248	28-dic	25-ene	28	46265	589.06	MF 12% MC y 0.50% SP
249	28-dic	25-ene	28	46676	594.30	MF 12% MC y 0.50% SP
250	28-dic	25-ene	28	45968	585.29	MF 12% MC y 0.50% SP
251	28-dic	25-ene	28	46273	589.17	MF 12% MC y 0.50% SP
252	28-dic	25-ene	28	45898	584.39	MF 12% MC y 0.50% SP
253	29-dic	26-ene	28	26901	342.51	ACI 2% MC y 1% SP
254	29-dic	26-ene	28	26629	339.05	ACI 2% MC y 1% SP
255	29-dic	26-ene	28	26518	337.64	ACI 2% MC y 1% SP
256	29-dic	26-ene	28	26470	337.02	ACI 2% MC y 1% SP
257	29-dic	26-ene	28	26767	340.81	ACI 2% MC y 1% SP
258	29-dic	26-ene	28	26628	339.04	ACI 2% MC y 1% SP
259	29-dic	26-ene	28	27267	347.18	MF 2% MC y 1% SP
260	29-dic	26-ene	28	27454	349.55	MF 2% MC y 1% SP
261	29-dic	26-ene	28	27208	346.43	MF 2% MC y 1% SP
262	29-dic	26-ene	28	27171	345.96	MF 2% MC y 1% SP
263	29-dic	26-ene	28	27057	344.50	MF 2% MC y 1% SP
264	29-dic	26-ene	28	26921	342.76	MF 2% MC y 1% SP
265	30-dic	27-ene	28	28365	361.16	ACI 4% MC y 1% SP
266	30-dic	27-ene	28	28096	357.73	ACI 4% MC y 1% SP
267	30-dic	27-ene	28	28270	359.94	ACI 4% MC y 1% SP
268	30-dic	27-ene	28	27831	354.36	ACI 4% MC y 1% SP
269	30-dic	27-ene	28	27932	355.64	ACI 4% MC y 1% SP
270	30-dic	27-ene	28	28005	356.58	ACI 4% MC y 1% SP
271	30-dic	27-ene	28	28500	362.87	MF 4% MC y 1% SP
272	30-dic	27-ene	28	28296	360.27	MF 4% MC y 1% SP
273	30-dic	27-ene	28	28256	359.77	MF 4% MC y 1% SP
274	30-dic	27-ene	28	28165	358.61	MF 4% MC y 1% SP
275	30-dic	27-ene	28	28251	359.70	MF 4% MC y 1% SP
276	30-dic	27-ene	28	28133	358.20	MF 4% MC y 1% SP
277	02-ene	30-ene	28	21772	277.20	ACI con SAP al 0.050%
278	02-ene	30-ene	28	21961	279.62	ACI con SAP al 0.050%
279	02-ene	30-ene	28	22025	280.43	ACI con SAP al 0.050%
280	02-ene	30-ene	28	21994	280.03	ACI con SAP al 0.050%

281	02-ene	30-ene	28	22022	280.40	ACI con SAP al 0.050%
282	02-ene	30-ene	28	21841	278.09	ACI con SAP al 0.050%
283	02-ene	30-ene	28	22095	281.32	MF con SAP al 0.050%
284	02-ene	30-ene	28	21852	278.23	MF con SAP al 0.050%
285	02-ene	30-ene	28	21812	277.72	MF con SAP al 0.050%
286	02-ene	30-ene	28	21852	278.23	MF con SAP al 0.050%
287	02-ene	30-ene	28	21898	278.82	MF con SAP al 0.050%
288	02-ene	30-ene	28	21985	279.93	MF con SAP al 0.050%
289	03-ene	31-ene	28	29635	377.33	ACI con SAP al 0.025%
290	03-ene	31-ene	28	29586	376.70	ACI con SAP al 0.025%
291	03-ene	31-ene	28	29529	375.97	ACI con SAP al 0.025%
292	03-ene	31-ene	28	29374	374.00	ACI con SAP al 0.025%
293	03-ene	31-ene	28	29420	374.59	ACI con SAP al 0.025%
294	03-ene	31-ene	28	29574	376.55	ACI con SAP al 0.025%
295	03-ene	31-ene	28	29927	381.04	MF con SAP al 0.025%
296	03-ene	31-ene	28	29849	380.05	MF con SAP al 0.025%
297	03-ene	31-ene	28	29758	378.88	MF con SAP al 0.025%
298	03-ene	31-ene	28	29699	378.14	MF con SAP al 0.025%
299	03-ene	31-ene	28	29964	381.52	MF con SAP al 0.025%
300	03-ene	31-ene	28	29873	380.36	MF con SAP al 0.025%
301	04-ene	01-feb	28	17124	218.03	ACI con SAP al 0.075%
302	04-ene	01-feb	28	16580	211.10	ACI con SAP al 0.075%
303	04-ene	01-feb	28	16885	214.98	ACI con SAP al 0.075%
304	04-ene	01-feb	28	16737	213.10	ACI con SAP al 0.075%
305	04-ene	01-feb	28	16856	214.61	ACI con SAP al 0.075%
306	04-ene	01-feb	28	16595	211.29	ACI con SAP al 0.075%
307	04-ene	01-feb	28	17486	222.64	MF con SAP al 0.075%
308	04-ene	01-feb	28	17289	220.13	MF con SAP al 0.075%
309	04-ene	01-feb	28	17420	221.79	MF con SAP al 0.075%
310	04-ene	01-feb	28	17602	224.11	MF con SAP al 0.075%
311	04-ene	01-feb	28	17718	225.60	MF con SAP al 0.075%
312	04-ene	01-feb	28	17509	222.93	MF con SAP al 0.075%
313	05-ene	02-feb	28	14425	183.66	ACI con SAP al 0.10%
314	05-ene	02-feb	28	14515	184.81	ACI con SAP al 0.10%
315	05-ene	02-feb	28	14303	182.11	ACI con SAP al 0.10%
316	05-ene	02-feb	28	14478	184.34	ACI con SAP al 0.10%
317	05-ene	02-feb	28	14711	187.31	ACI con SAP al 0.10%
318	05-ene	02-feb	28	14453	184.02	ACI con SAP al 0.10%
319	05-ene	02-feb	28	14872	189.36	MF con SAP al 0.10%
320	05-ene	02-feb	28	14613	186.05	MF con SAP al 0.10%
321	05-ene	02-feb	28	14636	186.35	MF con SAP al 0.10%
322	05-ene	02-feb	28	14798	188.42	MF con SAP al 0.10%
323	05-ene	02-feb	28	14982	190.76	MF con SAP al 0.10%
324	05-ene	02-feb	28	14688	187.02	MF con SAP al 0.10%



## Fichas Técnica

# HOJA TÉCNICA

BUILDING TRUST



## Sika® Fume

Adición mineral - Microsilíce

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un aditivo en polvo compuesto por microsilíce (Sílica Fume) de alta calidad y que acondicionado a la mezcla de concreto o mortero, disminuye el lavado del cemento en el vaciado de la mezcla bajo agua. Sika® Fume no contiene cloruros y puede utilizarse en concretos y morteros en conjunto con un superplastificante para obtener la fluidez necesaria para la colocación del concreto.

#### USOS

- En el concreto bajo agua en puertos, puentes, presas, reparaciones, rellenos, entre otros.
- En concretos de alta impermeabilidad y durabilidad.
- En concretos de alta resistencia (mayor a 500 kg/cm<sup>2</sup>).
- En concretos bombeados y proyectados.
- En morteros y lechadas de inyección.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Disminuye la pérdida de cemento y elementos finos.
- Aumenta la resistencia mecánica.
- Aumenta la impermeabilidad.
- Aumenta la resistencia química.
- Aumenta la adherencia al acero.
- Permite utilizar mezclas altamente fluidas con alta cohesión.
- Aumenta la cohesión y disminuye la exudación de la mezcla fresca.
- Aumenta la durabilidad frente a agentes agresivos.
- Aumenta la resistencia a abrasión.

### DATOS BÁSICOS

**FORMA**

**COLOR**

Gris

Hoja Técnica  
Sika® Fume  
24.11.14, Edición 7  
**1/4**

**ASPECTO**

Polvo.

**PRESENTACIÓN**

Bolsa de 25 kg

**ALMACENAMIENTO**

**CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL**

Se puede almacenar durante 2 años en su envase original cerrado en un lugar fresco y bajo techo.

**DATOS TÉCNICOS**

**GRAVEDAD ESPECÍFICA**

2,2

**BLANIE(SUPERFICIE ESPECÍFICA)**

18,000 – 22,000 m<sup>2</sup>/kg.

**ANÁLISIS QUÍMICO**

SiO <sub>2</sub>	93.0 % min.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.80 % máx.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.40 % máx.
CaO	0.60 % máx.
MgO	0.60 % máx.
Na <sub>2</sub> O	0.20 % máx.
K <sub>2</sub> O	1.2 % max.
C (libre)	2.0 % max.
SO <sub>3</sub>	0.40 % max.
L.O.I.	3.5 % máx.

**FINURA (DIÁMETRO PROMEDIO)**

0.1 – 0.2 mm

**PORCENTAJE PASANDO 45 MM**

95 – 100 %

**PARTÍCULA**

Esférica

**FORMA**

Amorfa

**NORMA**

Cumple con la norma CSA – A 3001 – 03

**INFORMACIÓN DEL**

**SISTEMA**

**DETALLES DE APLICACIÓN**

**CONSUMO / DOSIS**

Puede utilizarse en dosis de aproximadamente 10 % del peso del cemento. Se recomienda realizar ensayos previos para definir el consumo exacto.

**MÉTODO DE APLICACIÓN**

**MÉTODO DE APLICACIÓN/HERRAMIENTAS**

Se puede mezclar con productos Sikament® o Viscocrete. La dosificación del concreto se realiza de acuerdo a la práctica normal para concreto bajo agua o para la aplicación específica que se requiera. La utilización conjunta de ambos productos asegura las características de cohesión, adherencia y resistencia en el concreto bajo agua. Sika® Fume se adiciona a la mezcladora junto con el cemento o la arena. El aditivo Sikament® se agrega diluido en el agua de amasado.

## INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

**PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN** Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

### OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

### NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 6**

**la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® Fume :

1.- SIKI PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKI CIUDAD VIRTUAL



**Sika Perú S.A.**  
Concrete  
Centro industrial "Las Praderas  
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,  
Lurín  
Lima  
Perú  
[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)  
  
Hoja Técnica  
Sika® Fume  
24.11.14, Edición 7

**Versión elaborada por: Sika Perú S.A.**  
CG, Departamento Técnico  
Telf: 618-6060  
Fax: 618-6070  
Mail: [informacion@pe.sika.com](mailto:informacion@pe.sika.com)



TRUST



BUILDING TRUST



# HOJA TÉCNICA

## Sikament<sup>®</sup>- 306

Superplastificante reductor de agua de alto rango que mantiene la trabajabilidad

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Superplastificante, reductor de agua de alto rango, economizador de cemento. En climas templados y fríos mantiene la manejabilidad del concreto. No contiene cloruros.

#### USOS

Sikament<sup>®</sup>-306 tiene 3 usos básicos:

#### Como superplastificante.

Adicionado a una mezcla con consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero, facilitando su colocación, haciéndolo apto para el bombeo. Especialmente indicado para fundiciones de concreto por el sistema tremie.

#### Como reductor de agua de alto poder.

Adicionado en el agua de amasado, permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla consiguiéndose la misma manejabilidad con incremento notable en las resistencias mecánicas a todas las edades. La impermeabilidad y durabilidad del concreto se ven incrementadas.

#### Como economizador de cemento.

Se puede aprovechar el incremento de resistencias logrado al reducir agua con el aditivo, para disminuir el contenido de cemento y hacer más económico el diseño.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando la segregación y formación de cangrejeras. Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Permite doblar los tiempos de manejabilidad de la mezcla en climas medios y fríos.
- Aumenta notablemente la resistencia inicial del concreto.
- Permite reducir hasta el 30% del agua de la mezcla.

Hoja Técnica

Sikament<sup>®</sup>- 306

22.01.15, Edición 14

1/4

- Incrementa la resistencia final del concreto en más de un 40%
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Densifica el concreto.

**NORMAS**

Cumple con los requerimientos para superplastificantes según la norma ASTM C 494, tipo G.

**DATOS BÁSICOS**

**FORMA**

**ASPECTO**

Líquido

**COLOR**

Pardo oscuro.

**PRESENTACIÓN**

Cilindro x 200 L

Dispenser x 1000 L

Granel x 1L

**ALMACENAMIENTO**

**CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL**

Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.

**DATOS TÉCNICOS**

**DENSIDAD**

1,18 – 1.23 kg/L

**USGBC VALORACIÓN LEED**

Sikament® -306 cumple con los requerimientos LEED.

Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

**INFORMACIÓN DEL SISTEMA**

**DETALLES DE APLICACIÓN**

**CONSUMO / DOSIS**

Como plastificante del 0,5 % - 1 % del peso del cemento.

Como superplastificante del 1 % - 2 % del peso del cemento.

**MÉTODO DE APLICACIÓN**

**MÉTODO DE APLICACIÓN**

**Como plastificante:**

Adicionarlo a la mezcla de concreto o mortero ya preparado y remezclar por lo menos durante 5 minutos hasta obtener una mezcla fluida.



**Como superplastificante:**

Adicionar disuelto en la última porción del agua de amasado durante la preparación de la mezcla.

**IMPORTANTE**

En la elaboración de concretos o morteros fluidos se exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido.

En caso de deficiencia de finos, dosificar SikaAer® para incorporar el aire en forma controlada a la mezcla.

El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de los encofrados para evitar la pérdida de la pasta de cemento.

La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de obra.

Dosificación superiores a las recomendadas pueden ocasionar retardos en el fraguado del concreto.

Cuando se presenten dificultades en el proceso de bombeo y altas presiones, debido a las características de la mezcla (granulometría discontinua, carencia de finos, mezcla áspera) o cuando las condiciones del bombeo lo dificulten (longitud, altura, cambio de dirección), es aconsejable usar un aditivo que ayude al bombeo (SikaAer®).

**INSTRUCCIONES DE  
SEGURIDAD**

**PRECAUCIONES DURANTE LA  
MANIPULACION**

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

**OBSERVACIONES**

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web:

[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

**NOTAS LEGALES**

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

Hoja Técnica  
Sikament®- 306  
22.01.15, Edición 14

“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 13

la misma que deberá ser destruida”

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sikament®- 306 :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



**Sika Perú S.A.**

Concrete  
Centro industrial "Las Praderas  
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,  
Lurín  
Lima  
Perú  
[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
Sikament®- 306  
22.01.15, Edición 14

**Versión elaborada por: Sika Perú S.A.**

CG, Departamento Técnico  
Telf: 618-6060  
Fax: 618-6070  
Mail: [informacion@pe.sika.com](mailto:informacion@pe.sika.com)





## TAISAP SUPERABSORBENT POLYMERS

Formosa Plastics Corporation

Tairyln Division

RM 175,4<sup>TH</sup> FLR,201,Tung Hua North Road, Taipei, Taiwan

Tel:886 (0)2 27178135 Fax: 886 (0)2 27134818

### BC 283A TECHNICAL DATA

Item	TAISAP BC 283A		
Chemical Basis	Salt of cross-linked polyacrylic acid		
Physical Form	White granules		
	Min.	Max.	Test method
Apparent Bulk Density (g/l)	560	700	12C00.sap.017
Centrifuged Capacity (0.9%NaCl) (g/g)	32		12C00.sap.013
pH0.1% in 0.9%NaCl	5.6	6.5	12C00.sap.008
AAP (g/g) (0.3psi in 0.9%NaCl)	26		12C00.sap.014
AAP (g/g) (0.7psi in 0.9%NaCl)	14		12C00.sap.015
PSD >850µm/ 20mesh		1	12C00.sap.010
>600µm/ 30mesh		30	
>300µm/ 50mesh	30	70	
>150µm/100mesh	5	30	
>106µm/140mesh		5	
> 90µm/ 170mesh		1	
< 90µm/170mesh		1	
Water Content(IR)		7	12C00.sap.011
Anti-caking	good	3	12C00.sap.028

BC283A(DATA20081024,陳忠毅)